COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Mémoire sur l'origine solaire probable de l'électricité atmosphérique* (1re Partie); *par* M. BECQUEREL. (Extrait.)

« Les vues théoriques que j'expose dans ce Mémoire sur l'origine solaire de l'électricité atmosphérique laissent peut-être encore à désirer sur quelques points, mais elles auront du moins l'avantage d'attirer l'attention des astronomes et des physiciens sur une question très-vaste qui se rattache à la production des phénomènes lumineux que l'on observe quelquefois, non-seulement dans notre atmosphère, mais encore au delà, notamment à celle des aurores boréales. J'ai pensé qu'il était indispensable, avant de la traiter, de rappeler l'état de nos connaissances sur la formation et la composition des astres, qui forment le système solaire, et sur les phénomènes physiques et chimiques produits dans les premiers âges de la terre, lesquels étaient accompagnés d'effets électriques puissants qui se produisent probablement dans le Soleil, à cause de l'identité de formation et de composition de ces deux astres. En démontrant qu'il doit en être ainsi, on rend probable l'origine solaire que j'ai cherché à donner à l'électricité atmosphérique. Tel est le but que je me suis proposé dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Ce Mémoire, dont je ne donne ici qu'un extrait, se compose de quatre chapitres, dont voici les titres :

» 1er chapitre : Vues générales sur la formation du système solaire; phénomènes physiques et chimiques produits dans les premiers âges de la terre.

» 2e chapitre : État de nos connaissances sur la constitution physique et chimique du Soleil comparée à celle de la Terre, dans les premiers temps de sa formation.

» 3e chapitre : De l'électricité atmosphérique et des causes auxquelles on attribue sa production.

» 4e chapitre : De l'origine céleste attribuée à l'électricité atmosphérique.

» Le Soleil, à son origine, formait une vaste nébuleuse, composée d'un ou de plusieurs noyaux, laquelle renfermait tous les éléments connus ou inconnus encore; cette nébuleuse, soumise au refroidissement dû au rayonnement céleste, et en obéissant à l'attraction mutuelle de ses parties, s'est condensée autour de chaque centre. Tel est le mode de formation, suivant Laplace, du Soleil, des planètes, de leurs satellites et de tous les corps du système solaire.

» La Terre ayant eu le même mode de formation que le Soleil, et les éléments qu'elle renferme devant exister tous probablement dans le Soleil, d'après les observations spectroscopiques, on est porté à admettre que l'état physique du Soleil, eu égard à ses dimensions, est le même que celui de notre planète à la même époque calorifique. Je distingue trois époques : la première est celle où tous les éléments étaient dissociés : c'est l'état nébuleux; la deuxième, celle où l'eau, étant formée, se trouvait à l'état de vapeur dans l'atmosphère terrestre; la troisième, celle où l'eau, étant devenue liquide, a commencé à se répandre sur la surface de la Terre.

» Lorsque la Terre était à l'état gazeux, sa température était excessivement élevée, et tous les éléments étaient dissociés : c'était la première époque; mais le rayonnement céleste ayant abaissé peu à peu sa température, il s'est déposé autour du noyau central des zones de nature et de densités différentes, les plus denses et les plus réfractaires les premières; de pareils effets doivent se produire dans le Soleil.

» La croûte terrestre étant formée, il est arrivé un instant où, par l'effet du refroidissement, son épaisseur est devenue suffisante pour préserver du refroidissement les parties intérieures qui conservent encore une portion de la chaleur primitive, comme tendent à le prouver les eaux thermales et les éruptions volcaniques.

» Je rapporte, dans le Mémoire, les diverses opinions qui ont été émises sur l'existence de la chaleur centrale de la Terre. Il résulte de la discussion qui a eu lieu à cet égard que l'intérieur de notre astre doit conserver encore une portion de sa chaleur primitive et être dans un état d'incandescence.

» Lorsque la température de la Terre fut suffisamment abaissée, les combinaisons commencèrent à se former : d'abord les oxydes, avec un grand dégagement de chaleur et d'électricité, deux effets concomitants, une action chimique ne pouvant avoir lieu sans l'un et l'autre effet, en rapport avec l'énergie de cette action, qui était alors des plus puissante. La recomposition des deux électricités devait rendre constamment lumineuse l'atmosphère.

» Dans les temps primitifs de la Terre, alors que l'eau n'était pas encore formée ou se trouvait à l'état de vapeur, l'atmosphère renfermait une grande quantité d'oxygène et d'hydrogène à l'état gazeux ou à l'état de combinaison, comme cela doit avoir lieu dans le Soleil.

» A une certaine époque du refroidissement de la Terre, lorsque la croûte formée offrait moins de résistance et que le refroidissement était irrégulier, il en est résulté des plissements, des soulèvements qui ont changé sa configuration.

» Quelles sont les premières roches formées? On l'ignore. On sait seulement que les roches d'origine ignée, qui ont paru successivement en soulevant les terrains de sédiment et les traversant, sont, par ordre d'ancienneté, les granits, les porphyres, etc., et les basaltes en dernier lieu; mais les granits, étant composés d'oxydes, sont d'une formation antérieure.

» La température étant encore au-dessus de 100 degrés, l'eau se trouvait à l'état de vapeur dans l'atmosphère; mais aussitôt qu'elle fut suffisamment abaissée, et encore au-dessus de 100 degrés, à cause de la pression extérieure, l'eau formée, qui était chaude et acide, gagna les parties basses, en ravinant et décomposant les roches qui se trouvaient sur son passage, et entraînant avec elle les débris qui ont formé les terrains de sédiment.

» Les agents atmosphériques durent agir puissamment sur les matières déjà formées. Ces réactions étaient accompagnées d'un dégagement de chaleur énorme, d'explosions, de déchirements et de retour à l'état liquide ou gazeux de quelques-uns des composés déjà solidifiés; de tous ces effets, il devait en résulter de violentes décharges électriques. Les volcans actuels ne donnent qu'une faible idée de ce qui se passait dans les temps primitifs.

» Il est à présumer que de semblables effets doivent se produire dans le Soleil, qui se trouve dans une des premières phases du refroidissement de la Terre; les volumes étant dans le rapport de 1326410 : 1, et celui des masses de 354933 : 1, le refroidissement a dû être excessivement inégal dans les deux astres.

» J'expose ensuite les phénomènes volcaniques terrestres, afin de pouvoir les comparer aux mêmes phénomènes solaires qui ont lieu dans des proportions infiniment plus considérables; je rapporte les diverses théories qu'en ont données Davy, Gay-Lussac, Ampère, etc. Les deux premiers n'ont fait jouer qu'un rôle passif à la chaleur centrale, tandis qu'Ampère la considère comme l'élément principal, ce qui paraît plus rationnel. Suivant notre éminent confrère, dont on connaît les idées originales, un volcan ne serait qu'une fissure permanente, servant à établir une communication entre la couche non oxydée, possédant une température très-élevée et les liquides qui se trouvent à la surface et qui y sont introduits par infiltration. Aussitôt que le contact a lieu, il s'est produit de violentes réactions chimiques, une grande formation de vapeur et d'électricité et tous les effets connus des volcans.

» J'ai indiqué ensuite toutes les causes terrestres qui fournissent de l'électricité à l'air, lesquelles ne sont pas suffisantes pour expliquer la grande quantité qui s'y trouve à l'état libre, surtout dans les régions supérieures de l'atmosphère.

» Ces causes, je les ai fait connaître en partie dans un Mémoire spécial, et je les rappelle en les développant dans celui-ci; elles sont physiques ou chimiques, et exigent le contact de deux corps différents, solides, liquides ou gazeux; il faut en excepter toutefois la volatilisation et la condensation des vapeurs, non suivies d'actions chimiques; Faraday, Peltier, MM. Delarive, Gaugain et moi avons reconnu que le changement d'état des corps ne trouble jamais l'équilibre des forces électriques. De nouvelles expériences, que j'ai faites à ce sujet et qui sont rapportées dans mon Mémoire, ne laissent aucun doute à cet égard.

» Je mentionne ce fait remarquable observé par M. Palmieri dans les éruptions du Vésuve, que les vapeurs sont toujours positives et les cendres négatives.

» L'air, lorsque le ciel est serein, possède toujours un excès d'électricité positive, qui va en augmentant à mesure que l'on s'élève au-dessus du sol, jusqu'aux plus grandes hauteurs où l'on soit parvenu. La quantité d'électricité, dans les couches inférieures, varie suivant les localités; elle est en

général plus forte dans les lieux élevés et nulle dans les maisons, partout enfin où les électricités peuvent se recombiner; elle est soumise, en outre, à des variations diurnes, mensuelles et annuelles, dont les lois paraissent être régulières, et qui ont une certaine importance pour l'examen de la question dont il s'agit.

» On a rappelé la théorie ingénieuse de Gay-Lussac de la formation des nuages orageux, que j'ai invoquée dans la discussion des faits. La production des aurores boréales, ou plutôt des aurores polaires, se rattache au sujet que j'ai traité, c'est-à-dire à l'origine solaire de l'électricité atmosphérique. J'ai signalé certaines particularités qui s'y rattachent et qui tendent à le prouver, comme M. Delarive a cherché à le faire en montrant en même temps que ce phénomène est atmosphérique. J'entrerai plus loin dans quelques détails à cet égard.

» Il fallait encore, pour arriver au but que je me proposais, passer en revue tout ce que nous savons touchant la constitution physique du Soleil, et la comparer à celle de la Terre. Cette question présentait des difficultés à cause de la divergence des opinions émises sur la manière d'interpréter les faits observés; mais en coordonnant les faits méthodiquement, mettant en regard les observations des astronomes les plus éminents qui paraissent les avoir envisagés sous le même point de vue, on a alors toutes les chances d'arriver à la vérité.

» Wilson est le premier qui ait annoncé, en 1774, que les taches du Soleil étaient des excavations au fond desquelles se trouvait un noyau composé de deux matières de nature très-différente; la masse de l'intérieur, selon lui, était un corps solide, non lumineux, noir et couvert d'une substance enflammée dont l'astre devait tirer toutes ses facultés éclairantes et vivifiantes.

» En partant de cette hypothèse, il expliquait l'apparition des taches en supposant qu'un fluide élastique, élaboré dans la masse obscure du Soleil, s'élevait à travers la masse lumineuse, l'écartant, la refoulant, laissant voir à nu une portion du globe obscur intérieur; les talus de l'excavation constituaient la pénombre. Il pensait que cette enveloppe éclairante, à cause de sa consistance, avait de la ressemblance avec un brouillard. Ces effets ne pouvaient être produits qu'au moyen d'éruptions volcaniques.

» Tel était l'état des choses, lorsque W. Herschel publia, en 1795, une théorie renfermant les idées les plus plausibles, d'après Arago, sur la constitution du Soleil, vues dans lesquelles il adopta quelques-unes des bases de celles de Wilson, comme je le montre dans mon Mémoire.

» On a cherché à expliquer la chaleur solaire, qui ne paraît éprouver aucun changement depuis nombre de siècles, en mettant en avant diverses hypothèses, et en ne prenant nullement en considération le refroidissement excessivement lent du Soleil, propriété qui est propre à toutes les planètes et à leurs satellites et qui doit appartenir également au Soleil dont le mode de formation a été le même.

» Chladni a avancé le premier que l'espace, outre les planètes et leurs satellites, renfermait une infinité de petites masses isolées qui, une fois parvenues dans la sphère d'activité du Soleil, y tombaient avec une vitesse excessive telle, que le choc dégageait assez de chaleur pour réparer les pertes qu'éprouvait l'astre par l'effet du rayonnement céleste.

» L'idée de Chladni a servi de base au Dr Mayer pour expliquer non-seulement la chaleur et la lumière solaire, mais encore la lumière zodiacale; ce n'est là toutefois qu'une hypothèse qui a peu de vraisemblance; en effet, si les choses se passaient ainsi, il faudrait admettre qu'il existât dans l'espace un nombre pour ainsi dire infini de météorites, tombant comme la pluie, sans interruption, non-seulement sur le Soleil depuis sa formation, mais encore sur toutes les étoiles, qui ont également chacune leur système planétaire; tout l'univers contribuerait donc à entretenir la chaleur et la lumière dans tous les astres; le nombre des météorites serait donc infini, ou bien il devrait y en avoir une reproduction perpétuelle, ce qui est inadmissible. Il vaut mieux supposer, comme plus rationnel, un refroidissement excessivement lent, dont les effets ne seront sensibles que dans un avenir très-éloigné, ou bien adopter l'hypothèse de M. Faye, dont je vais parler.

» La nature de la lumière solaire et celle des protubérances a été découverte par Arago, à l'aide du polariscope; la lumière qui nous vient de la photosphère, n'étant pas polarisée, émane d'une substance enflammée et gazeuse.

» J'expose ensuite les recherches de M. Faye sur la nature des taches solaires. Deux théories ont été données par les astronomes pour les expliquer : W. Herschel et Arago, comme je l'ai dit précédemment, ont admis que la masse interne du Soleil est froide et obscure; les autres supposent que cette masse est aussi chaude pour le moins que la photosphère; on voit donc que le point de départ de la discussion est la noirceur des taches. On s'est demandé ensuite s'il y avait des causes intérieures produisant cette noirceur.

» M. Faye a montré par l'observation et le calcul que les conséquences déduites des causes extérieures étaient inadmissibles, parce qu'elles contre-

disaient les faits. Les hypothèses de Chladni et du Dr Mayer se trouvent ainsi écartées.

» Notre éminent confrère a étudié cette question, sans se préoccuper si le noyau central était noir ou non. Il a pris successivement trois points de départ différents : la loi de rotation des taches, la grandeur et la constance de la radiation, la noirceur des taches : les résultats ont été les mêmes quant au mécanisme intérieur du Soleil. La noirceur des taches montre que, au-dessous de la photosphère, il doit exister des couches moins chaudes que la matière incandescente de la photosphère, et moins aussi que la partie centrale. Quant à la distribution de la chaleur, M. Faye la rattache à la chute continuelle des matières solides, ayant brûlé quelque temps dans la photosphère, et qui tombent ensuite sous forme de pluie vers les régions centrales, sans qu'il en résulte ensuite un travail dans un sens ou dans un autre. Il ne considère pas la photosphère comme une couche continue, mais bien comme une couche fort lumineuse par elle-même, de même que les couches sous-jacentes, mais dans laquelle il se forme une grande quantité de petits amas de matières incandescentes, séparés par des intervalles noirs.

» Il est à croire, suivant M. Faye, que l'oxygène, l'agent principal des combinaisons produisant l'incandescence, tend à se concentrer dans les couches supérieures, à cause de sa légèreté spécifique et de son aptitude à conserver l'état complétement gazeux, sous de hautes pressions; dès lors, l'action chimique serait produite par l'introduction de vapeurs métalliques ascendantes, etc., etc.

» Cette hypothèse est beaucoup plus rationnelle que celle de Chladni et de Mayer et gagne à l'examen.

» Au-dessous de la photosphère, suivant M. Faye, s'opérerait la projection des matières oxydées qui, après avoir rayonné quelque temps, pleuvraient vers l'intérieur, où s'achèverait la décomposition complète. Une provision limitée d'oxygène servirait donc à alimenter le jeu des décompositions et des combinaisons successives, sources des courants qui agitent continuellement la surface solaire. Mais la réduction ne peut s'opérer que par l'action de la chaleur ou par l'intermédiaire de l'hydrogène, d'où résulte un dégagement de vapeur aqueuse, hors des couches inférieures. L'oxydation devrait s'effectuer, soit par la combinaison avec l'oxygène, soit par la décomposition de l'eau. Dans ce cas, il y aurait une abondante

projection de gaz hydrogène. Cette explication est rendue probable par les observations dont il sera question ci-après.

» Je passe ensuite aux observations faites par M. Rayet, pendant l'éclipse de 1869, sur la présence de l'hydrogène dans les protubérances solaires, puis à celles de M. Janssen, qui est parvenu à observer les mêmes protubérances sur le contour de l'image solaire hors des éclipses; il démontra qu'il existait une dépendance entre la présence de ces taches et les protubérances dont la composition était la même.

» M. Lockyer communiqua en même temps à l'Académie de semblables observations.

» Les protubérances ne seraient donc que les parties les plus saillantes de la matière hydrogénée qui entoure de toutes parts le Soleil; peut-être ne seraient-elles que des projections gazeuses, comme du reste Arago l'avait soupçonné, en annonçant que la lumière qui en émane, n'étant point polarisée, devait provenir d'une matière gazeuse enflammée.

» M. Janssen tire les conséquences suivantes de ses observations :

» 1° Le Soleil est formé d'un noyau relativement obscur, ayant une température excessivement élevée et qui doit être à l'état fluide, du moins jusqu'à une certaine profondeur.

» 2° Ce noyau, par voie de refroidissement, est entouré d'une enveloppe terminée, qui a une constitution analogue à celle du gaz, c'est-à-dire formée de poussières solides ou liquides nageant dans un gaz. Ces poussières rayonnent énergiquement; aussi cette enveloppe, qui est la photosphère, est-elle la plus lumineuse de toutes les enveloppes solaires.

» 3° Au-dessus de la photosphère se trouve la chromosphère, formée principalement d'une mince couche d'hydrogène incandescent. Les protubérances appartiennent à cette couche.

» 4° Enfin au-dessus de la chromosphère se trouve une quatrième atmosphère découverte, dans la dernière éclipse solaire, que M. Janssen nomme coronale et qui paraît extrêmement étendue, très-rare et bien distincte de la chromosphère, quoique formée des mêmes gaz.

» Selon M. Janssen, la coronale a une étendue extrême dont on ne peut apprécier les limites, puisqu'elles échappent aux observations spectroscopiques; au surplus, il doit en être de l'atmosphère solaire comme de l'atmosphère terrestre, dont on ne connaît pas les limites, l'air se diffusant sans que l'on puisse y assigner un terme, qui doit exister cependant, puisque la

pression moyenne de notre atmosphère n'a pas changé au moins depuis deux siècles. Ces limites, à l'égard de l'atmosphère solaire, doivent être extrêmement reculées à cause de la température élevée de l'astre.

» La présence de l'hydrogène ou de la vapeur d'eau dans la photosphère et les protubérances pouvait être prévue, d'après les principes que j'ai posés. Lorsque la Terre se trouvait dans la phase de refroidissement où est aujourd'hui le Soleil, tous les éléments étaient dissociés; l'oxygène, et l'hydrogène qui devait former plus tard l'eau des mers, des lacs et des fleuves, se trouvaient en immense quantité dans une atmosphère enflammée, comme l'est aujourd'hui celle du Soleil. Quand cette dernière sera suffisamment refroidie, l'hydrogène se combinera avec l'oxygène pour former de l'eau. A cette époque, l'atmosphère solaire sera composée des mêmes éléments que la nôtre.

» Les découvertes de M. Janssen ont donné lieu à de nouvelles recherches sur la formation et la constitution des protubérances; on y a constaté de nouveau la présence de l'hydrogène, ainsi que celle de différents métaux à l'état de vapeur, tels que le potassium, le sodium, le magnésium, le calcium, le cobalt, le nickel, le zinc, le fer, etc., M. Faye avait déjà prévu l'existence de ces métaux, dans la Communication qu'il a faite à l'Académie le 27 juillet 1868.

» L'absence des métaux précieux dans les vapeurs, tels que le platine, l'or, etc., qui sont les plus réfractaires, porterait à croire que ce sont les premiers qui ont éprouvé les effets du refroidissement et qui occupent la partie centrale du Soleil, comme probablement celle de la Terre.

» Les photographies représentant des taches et des protubérances solaires, que le P. Secchi a adressées à l'Académie dans la séance du 29 juillet dernier, mettent bien en évidence les éruptions solaires, dont les taches seraient les cratères. En discutant les observations qu'elles lui ont suggérées, il en a tiré la conséquence que les éruptions solaires peuvent durer un nombre considérable de jours, et que les changements de forme des taches sont probablement produits par des éruptions nouvelles.

» Le P. Secchi fait observer, en outre, que l'atmosphère solaire doit contenir toutes les espèces de vapeur connues qui s'élèvent à des hauteurs d'autant plus grandes qu'elles sont plus légères; on lui doit aussi des observations intéressantes sur les variations qu'éprouvent les diamètres solaires et sur le mouvement de rotation des protubérances, qui confirment les résultats de calculs obtenus par M. Faye, et dont il a été question précédemment.

Enfin le P. Secchi a tiré les conséquences suivantes de toutes ses observations :

» 1° L'existence des éruptions solaires dans les taches a pour indices certains et rationnels le renversement des raies de l'hydrogène et les dilatations des raies des autres vapeurs métalliques.

» 2° Les taches sont réellement dues à des éruptions.

» 3° Les facules vives, surtout en présence des taches, sont accompagnées d'éruptions qui déterminent une élévation assez sensible sur le bord solaire.

» 4° Les éruptions solaires peuvent durer un nombre considérable de jours; les changements de forme des taches sont produits par des éruptions nouvelles.

» En résumé on voit, d'une part, que les vues théoriques de Wilson, William Herschel et Arago sur la constitution physique du Soleil se trouvent confirmées par les observations récentes et adoptées par MM. Faye, Janssen, le P. Secchi, etc.; de l'autre, que la constitution actuelle du Soleil a la plus grande analogie avec celle de la Terre, dans les premiers temps de sa formation, alors peut-être que la croûte terrestre n'était pas encore formée; à cette époque, le noyau terrestre était semblable, probablement, à celui du Soleil, et il devait se produire sur la Terre des éruptions semblables à celles que l'on observe sur le Soleil, éruptions continues, variant d'intensité et projetant à d'immenses distances, qu'il n'est pas possible d'évaluer, de l'hydrogène et d'autres matières incandescentes à l'état de vapeur.

» Dans la seconde partie, on traitera de l'origine de l'électricité atmosphérique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note sur la production de l'alcool par les fruits;* *par* **M. Pasteur.**

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que, pour la connaissance de quelques-uns des faits exposés dans ma deuxième Note du 7 octobre, j'ai été devancé par M. Lechartier, qui a publié, dans le cours de l'année 1869, en collaboration avec M. Bellamy, deux Notes intitulées, la première : *Étude sur les gaz produits par les fruits;* la seconde : *De la fermentation des fruits.* Malgré le soin avec lequel je me plais à suivre et à encourager nos anciens élèves de l'École Normale supérieure, ces Notes avaient passé pour moi inaperçues.

» M. Lechartier est, en effet, un de nos meilleurs élèves de l'École Normale, actuellement professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, et déjà

connu de l'Académie par des travaux d'études minéralogiques qui se recommandent autant par la nouveauté des méthodes que par la précision des résultats.

» Voici une très-courte analyse des Notes de MM. Lechartier et Bellamy, dans ce qu'elles ont de relatif à mes propres recherches.

» M. Lechartier place les fruits (pommes, citrons, cerises, groseilles) dans des éprouvettes à pied qui communiquent avec des éprouvettes plus petites disposées sur la cuve à mercure. Il a trouvé que les phénomènes observés se partagent en deux périodes distinctes. Dans la première, après l'absorption du gaz oxygène de l'air resté dans les éprouvettes, le dégagement de gaz acide carbonique s'effectue d'abord d'une manière uniforme, puis se ralentit et s'arrête pendant un certain temps pour reprendre ensuite avec des vitesses croissantes, supérieures à celles qu'on observe dans la première période.

» La première période dure plusieurs mois. Arrivé au terme de cette première période, accusée par le ralentissement du gaz, ou mieux la cessation de son dégagement, M. Lechartier écrase les pommes, les broie dans un mortier, puis les soumet à la distillation. En outre, il observe au microscope, soit la pulpe, soit l'intérieur des pommes restées entières.

» Dans tous les cas, il a constaté la formation de l'alcool à la fin de la première période, et il laisse clairement entrevoir que cet alcool n'a pas pu se produire sous l'influence de la levûre de bière. Sous ce rapport, il oppose les faits de la seconde période avec ceux de la première. Dans la seconde période, où le dégagement de gaz reprend, il a observé le ferment alcoolique, développé et bourgeonnant. Au surplus, voici comment il s'exprime :

« Pendant la première période du dégagement gazeux, nous n'avons trouvé de ferment bourgeonnant ni dans les pommes, ni dans le jus qu'elles ont fourni. On rencontre dans le jus des globules isolés de diverses grosseurs. On en voit même quelques-uns de forme ovoïde, ayant l'apparence de globules de ferment; mais toujours ils sont isolés. Cependant, même dans ce cas, il y a production d'alcool comme on l'a constaté dans l'expérience 5. »

» Il s'agit ici d'une expérience qui, au moment de cette observation, durait depuis deux mois et demi environ.

» Mes recherches diffèrent de celles de M. Lechartier par deux points essentiels : 1° parce que je plonge les fruits dès l'abord dans le gaz acide carbonique, et que je constate la formation immédiate de l'alcool. La présence de l'alcool est très-sensible déjà après vingt-quatre heures. Ce résultat est capital si l'on se place au point de vue que j'ai développé devant l'Aca-

démie, savoir : que cette formation de l'alcool est due à ce que la vie chimique et physique des cellules du fruit se continue dans des conditions nouvelles semblables à celles des cellules des ferments. En outre, j'ai constaté un dégagement de chaleur sensible dans les fruits ainsi traités, comme dans les racines, telles que navets, carottes, betteraves, qui offrent d'ailleurs, dans ces essais, des résultats tout particuliers dont je m'occupe présentement. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note au sujet d'une assertion de M.* Fremy, *publiée dans le dernier* Compte rendu; *par* M. **Pasteur.**

« M. Fremy a écrit dans le *Compte rendu* de la dernière séance :

« Dans des expériences que j'ai variées à l'infini, j'ai reconnu qu'il était presque impossible de déterminer une fermentation alcoolique, appréciable par ses résultats, dans une seule goutte de suc de raisin, et j'ajoute que cette fermentation doit être plus difficile encore, comme l'a dit avec beaucoup de justesse notre confrère M. Trécul, lorsque cette goutte se trouve noyée dans une quantité considérable de suc soumis préalablement à l'ébullition. »

» M. Fremy attache une grande importance à cette déclaration. C'est par cette assertion qu'il répond à celles de mes expériences qui démontrent que la levûre qui fait le vin provient de l'extérieur et non de l'intérieur des grains de raisin. Voici la preuve que l'affirmation de M. Fremy est absolument erronée :

» J'ai pris une grappe de raisin, je l'ai broyée dans un mortier, puis j'ai introduit séparément dans une série d'ampoules très-petites une goutte de jus. J'ai fermé les ampoules à moitié pleines à la lampe, je les ai portées à une température de 20 degrés. Toutes, après quarante-huit heures, étaient en pleine fermentation alcoolique et montraient au microscope des cellules de levûre en nombre incalculable. Le jus d'autres grappes traitées de même a toujours donné le même résultat. On peut multiplier à l'infini le nombre des ampoules; toutes offrent les indices les plus manifestes de la fermentation. C'est que dans toutes on a introduit des germes de la levûre de la surface des grains ou de la surface du bois de la grappe, tant ils y sont abondants.

» On peut *noyer* la goutte de jus dans une grande quantité de moût de raisin cuit; le résultat est le même. Toute la masse fermente peu à peu.

(M. Pasteur brise une de ces ampoules devant l'Académie. On entend un petit sifflement dû au dégagement du gaz carbonique comprimé, et l'on voit à la surface de la goutte une couronne de petites bulles; MM. Che-

vreul, Cl. Bernard, Wurtz, placés à côté de M. Pasteur, constatent facilement ces faits) (1).

» Les moisissures n'apparaissent pas dans ce genre d'expériences. La raison en est facile à donner; nouvelle preuve de l'erreur des raisonnements de M. Fremy.

» J'ajoute en terminant que M. Fremy me fait dire dans ses Notes une foule de choses que je n'ai jamais dites. Je n'en relèverai qu'une :

« M. Pasteur, dit-il, nie avec énergie la production des ferments par les moisissures. »

» Je n'ai rien dit de semblable dans tout le cours de la discussion, soit verbalement, soit par écrit. C'est M. Fremy qui, jusqu'à présent, a voulu établir une distinction absolue entre les moisissures et les ferments.

» J'ai si peu nié la production des ferments par les moisissures, que j'ai annoncé que les moisissures pouvaient, à la volonté de l'opérateur, jouer ou non le même rôle que les cellules de la levûre, et inversement j'ai donné le moyen de provoquer dans la levûre un mode de nutrition qui la rapproche des mucédinées proprement dites.

» M. Fremy cherche sans cesse à déplacer les questions. Voici ce qui est en litige avant tout autre chose : D'OU VIENT LA LEVURE QUI FAIT FERMENTER LE MOUT DE RAISIN DANS LA CUVE DE VENDANGE? M. Fremy répond, sans fournir la moindre preuve, qu'elle provient de l'intérieur des grains de raisin, du suc même du fruit, par une transformation des matières albuminoïdes. Je réponds, et j'en donne la démonstration péremptoire, évidente,

---

(1) Il y aurait deux manières de donner un semblant de vérité à l'assertion de M. Fremy. Je tire ces deux modes de mes travaux, comme une déduction logique des principes qu'ils ont établis; car je n'ai pas réalisé les essais que je vais indiquer. Premièrement, on pourrait s'arranger pour soustraire entièrement la goutte, dès le moment de son extraction de la grappe broyée, à l'action de l'oxygène de l'air. Ce serait une manière de reproduire l'expérience de Gay-Lussac. J'ai fait observer depuis longtemps que, dans cette expérience, ce n'était pas la matière albuminoïde qui avait besoin d'oxygène pour se transformer en levûre, mais que c'était le germe de la levûre apporté par le mercure, par les grains du raisin, etc., qui avait besoin d'un peu d'oxygène pour germer. L'expérience de Gay-Lussac est vraie, théoriquement parlant; mais je suis persuadé que Gay-Lussac lui-même ne l'a jamais réussie complétement, et qu'il n'a fait que retarder considérablement la fermentation des grains écrasés sous la cloche, du moins en la faisant telle qu'il l'a décrite.

Deuxièmement, on pourrait exagérer énormément le rapport de la quantité d'air restant dans l'ampoule à la quantité de jus brut introduit. Dans ce cas, on pourrait espérer de donner aux germes de la levûre provenant de la surface des grains ou de la grappe la forme de développement aérobie de la levûre, forme sur laquelle j'appellerai bientôt l'attention. Pour le sens du mot *aérobie*, voir la Note où j'ai proposé ce terme et son correspondant *anaérobie*, dans les *Comptes rendus de l'Académie*, année 1863.

que cette levûre provient uniquement de l'extérieur des grains, des poussières en suspension dans l'air ou déposées à la surface des grains ou du bois de la grappe.

» C'est dans ce cercle d'affirmations que j'ai la prétention d'enfermer M. Fremy. »

Observations verbales de M. **Fremy**, *au sujet de la lecture de* M. Pasteur.

« Je demande à présenter quelques observations sur la forme et le fond des Communications que M. Pasteur a faites dans cette séance et dans la séance précédente.

La réponse que j'adresse séance tenante à M. Pasteur ne peut pas être complète; il est bien entendu que je répondrai plus longuement à notre confrère, lorsque j'aurai eu le temps de contrôler les expériences qu'il annonce aujourd'hui.

» Quant à la forme, M. Pasteur nous a dit qu'il éprouvait toujours un regret véritable lorsque, dans ses improvisations, il dépassait les bornes de la courtoisie. J'accepte certainement avec plaisir cette déclaration de M. Pasteur; je le prierai cependant d'apporter le même esprit de bonne confraternité dans les Notes qu'il imprime et qui, se faisant à tête reposée, ne devraient plus conserver les traces de vivacité qu'une improvisation peut, jusqu'à un certain point, excuser.

» J'espère donc ne plus rencontrer désormais, dans les Communications de M. Pasteur, des appréciations désobligeantes comme celles que j'ai trouvées dans la Note que notre confrère a fait imprimer dans les *Comptes rendus* du 28 octobre 1872, et que je reproduis ici :

« *M. Fremy se fait le champion de la science allemande... On trouve dans* » *les dissertations de M. Fremy tout, excepté ce qui est véritablement en ques-* » *tion.... M. Fremy, cherchant à être profond, dit que.... C'est le propre des* » *théories vagues de revêtir des formes diverses.... Ce n'est pas là de la discus-* » *sion sérieuse*, etc., etc. »

» M. Pasteur me permettra de ne pas répondre à des observations présentées sous une pareille forme, et particulièrement à cette insinuation, dont tout le monde comprend l'intention, et qui me fait passer pour le champion de la science allemande : la science allemande n'est pas ici en question ; il s'agit simplement de rechercher si, comme le veut M. Pasteur, toutes les fermentations sont produites par les poussières de l'air, ou si elles sont dues, comme je le soutiens, aux ferments créés par l'organisme; en outre, notre confrère devrait savoir que la science n'a pas de

patrie, qu'elle n'est ni française ni allemande, et que la vérité scientifique est de tous les pays.

Je laisse ces questions de forme, auxquelles j'attache, du reste, fort peu d'importance, et j'arrive au fond même du débat.

» M. Pasteur nous montre des petits tubes dans lesquels une goutte de suc de raisin est entrée en fermentation; j'affirme de nouveau que, dans de nombreuses expériences que j'ai faites cet été, de petites quantités de suc de raisin ont résisté à la fermentation : je soutiens donc que l'expérience du raisin n'a pas de valeur réelle dans la discussion, et que, lorsque M. Pasteur admet qu'une goutte de suc de raisin extraite du fruit n'entre pas en fermentation parce qu'elle n'a pas reçu des germes de l'air, cette inertie de la liqueur est due à toute autre cause.

» Il ne faut pas chercher ici à détourner la question : il ne s'agit pas de déterminer dans quelles conditions une goutte de suc de raisin fermente ou ne fermente pas. L'expérience du raisin, à laquelle M. Pasteur attache tant d'importance, n'est pas celle dont il vient de nous parler; elle consiste à noyer une goutte de suc de raisin, sortant du fruit, dans 100 centimètres cubes environ d'un suc soumis préalablement à l'ébullition; la liqueur ne fermentant pas, M. Pasteur attribue cette inertie à l'absence des poussières de l'air. *L'interprétation de l'expérience que donne notre confrère ne peut pas, selon moi, être admise.* Je soutiens que, si la fermentation ne se produit pas, cela n'est pas dû à l'absence des poussières, mais aux conditions dans lesquelles le liquide fermentescible est placé. La fermentation du liquide, à la suite de la rentrée de l'air ordinaire dans le ballon, est un *phénomène secondaire* qui est produit par les spores de moisissures : le contrôle de l'expérience de M. Pasteur n'existe donc pas.

» M. Pasteur me demande de serrer la discussion; je pensais avoir été déjà au-devant du désir de notre confrère dans mes Communications précédentes; je vais tâcher cependant de lui donner une nouvelle satisfaction.

» Notre confrère s'imagine qu'il sortirait victorieux de la discussion que je soutiens contre lui si l'exactitude des faits qu'il a avancés n'était pas contestée.

» M. Pasteur se trompe étrangement sur l'état actuel de la discussion; elle porte non-seulement sur la constatation de certains faits, mais aussi sur leur interprétation.

» Si M. Pasteur le désire, j'admettrai l'exactitude de ses expériences, même de celles que je n'ai pas encore contrôlées. *Eh bien! je soutiens que, avec les faits connus, tirés soit des publications de M. Pasteur, soit des miennes,*

soit de celles des autres observateurs, la théorie de notre confrère n'est plus soutenable.

» Cette affirmation est fondée sur les considérations suivantes :

» 1° Pour défendre sa théorie, M. Pasteur est obligé d'établir entre les différentes fermentations une distinction que la science repousse : pour lui, en effet, les ferments les mieux caractérisés, tels que la pepsine et la diastase, ne sont pas des ferments véritables, parce qu'ils ne sont ni organisés ni vivants : cette distinction, entre des phénomènes qui se ressemblent, est la condamnation de la théorie de notre confrère.

» 2° Dans la théorie de M. Pasteur, si les fermentations étaient produites par les germes atmosphériques, elles ne devraient plus avoir lieu en présence d'un air purifié par la pluie ou pris sur une haute montagne; car, d'après notre confrère, un pareil air ne contient plus sensiblement d'organismes : or il est incontestable que les fermentations se produisent en tous lieux, aussi bien après la pluie que sur les montagnes les plus élevées.

» 3° Si l'air contenait, comme le veut M. Pasteur, tous les germes de ferments, une liqueur sucrée, propre au développement des ferments, devrait fermenter et présenter toutes les altérations successives qu'éprouvent le lait ou le moût d'orge; c'est ce qui n'a jamais lieu.

» 4° S'il existait dans l'air assez de germes de ferments pour expliquer la fermentation du moût du raisin qui se produit en tous lieux, lorsqu'on fait passer de l'air sur du coton, on devrait retrouver sur le tissu les germes que M. Pasteur a constatés sur le grain du raisin; le coton devrait, en outre, présenter toute l'activité d'un ferment énergique : il n'en est rien.

» 5° D'après la théorie de M. Pasteur, les organismes ne peuvent jamais produire des ferments; or il est bien établi que les corps organisés, comme les moisissures, engendrent de véritables ferments.

» 6° M. Pasteur avait toujours soutenu que les fermentations ne pouvaient s'effectuer que par l'action des corpuscules qui se trouvent en suspension dans l'air.

» J'ai démontré il y a déjà longtemps que, lorsque l'on abandonne des grains d'orge dans de l'eau sucrée, il se produit, dans l'intérieur du fruit, une fermentation intracellulaire incontestable : il en sort des cellules de ferment et du gaz carbonique.

» La fermentation intracellulaire des fruits vient donc donner le dernier coup à la théorie de M. Pasteur.

» Notre confrère, voyant que sa théorie des poussières atmosphériques n'est plus applicable aux fermentations intracellulaires, a recours alors à une interprétation théorique inadmissible : il soutient que la production de

l'alcool dans les cellules d'un fruit n'est pas une fermentation, parce qu'il ne retrouve pas, dans le suc de fruit, les cellules de levûre qu'il a décrites dans ses Mémoires.

» J'ai déjà répondu à cette singulière argumentation qui appartient plus à la scolastique qu'à la Science; j'oppose, en outre, à M. Pasteur la théorie si importante de M. Berthelot, qui tend à démontrer que les véritables ferments sont les agents que les organismes sécrètent: ainsi la pepsine est sécrétée par l'appareil digestif; la diastase est produite par l'orge en état de germination.

» Dans les fermentations diastasiques et pepsiniques, peut-on voir les ferments? Evidemment non; on n'observe que les organes qui les sécrètent.

» En admettant, pour un moment, avec M. Pasteur, que dans les fermentations intracellulaires on ne retrouve pas les ferments connus, cela ne prouve pas que les fermentations n'ont pas eu lieu.

» 7° La discussion précédente démontre à quel point la définition *des fermentations proprement dites* donnée par M. Pasteur est inadmissible.

» Notre confrère nous dit : « Je ne considère comme fermentation véri-
» table que celle qui est produite par un ferment organisé et vivant. »

» Contrairement à notre confrère, je soutiens qu'une fermentation est définie non par le ferment qui la détermine, mais par les produits qui la caractérisent. Je donne le nom de fermentation alcoolique à toute modification organique qui peut, en dédoublant le sucre, produire principalement de l'acide carbonique et de l'alcool.

» La fermentation lactique est caractérisée par la transformation du sucre ou de la dextrine en acide lactique.

» La fermentation diastasique est celle qui change l'amidon d'abord en dextrine et ensuite en glucose.

» C'est ainsi qu'il faut, selon moi, définir les fermentations.

» Si l'on fait reposer, comme le veut M. Pasteur, la définition des ferments sur la description des formes que les ferments peuvent affecter, on s'expose aux plus graves erreurs.

» 8° C'est cette définition des fermentations, reposant sur la forme des ferments, qui fait soutenir à M. Pasteur un principe physiologique qui sera repoussé par tous les naturalistes et dont M. Trécul lui montrera mieux que moi l'impossibilité.

» D'après M. Pasteur, une *cellule de ferment alcoolique arrive du premier coup, sans transition organique, à une forme et à des dimensions qui ne varient pas!*

» Dans une pareille hypothèse, que deviennent donc les germes de ferments admis par M. Pasteur?

» Il me semble qu'ici notre confrère, qui repousse avec tant d'ardeur, comme on le sait, *les générations spontanées*, admet un principe qu'il condamnerait bien vivement chez ses adversaires.

» 9° En terminant, je tiens à réfuter une sorte d'accusation qui se reproduit souvent dans les Communications de M. Pasteur.

» Notre confrère me reproche d'être presque seul à soutenir les opinions que j'ai développées dans les Communications précédentes.

» Je ne sais pas si M. Pasteur a bien le droit d'avancer que *tous les savants* partagent ses opinions sur la génération et le mode d'action des ferments.

» Je connais à l'Académie et ailleurs un certain nombre de savants, bien compétents dans les questions qui s'agitent en ce moment, qui sont loin d'être de l'avis de M. Pasteur.

» Il ne faut pas oublier que, lorsque j'ai entrepris cette grave discussion sur la génération des ferments, on admettait généralement, d'après les travaux de M. Pasteur, que les poussières atmosphériques étaient les seules causes des fermentations.

» Moi-même j'ai professé pendant un certain temps les théories de M. Pasteur.

» En répétant les expériences de notre confrère, j'ai reconnu que les faits annoncés n'avaient pas la signification que M. Pasteur leur donnait; je crois avoir démontré qu'il fallait établir une grande distinction entre les phénomèmes de fermentation et ceux qui sont dus aux moisissures.

» Dans cette discussion, où j'ai commencé par être seul de mon avis, je n'ai pas encore la prétention d'avoir convaincu tout le monde; mais j'ai aujourd'hui l'assurance d'être appuyé par plusieurs savants éminents. »

Réponse de **M. Pasteur** *à M.* Fremy.

« Je laisse de côté la dissertation que l'Académie vient d'entendre, et je la prie de permettre que la discussion soit maintenue dans le domaine des faits. Montrez donc, dirai-je à M. Fremy, des gouttes de jus de raisin naturel qui ne fermentent pas. Montrez donc des grains d'orge abandonnés dans l'eau sucrée et qui produisent des cellules de ferment intracellulairement.

» Pourquoi ne répondez-vous pas à l'expérience que je viens de décrire et qui renverse votre étrange assertion au sujet des petites quantités de jus de raisin qui, selon vous, ne peuvent fermenter?

» Vous maintenez votre assertion sans apporter aucune preuve, tandis que je m'efforce d'en fournir qui soient claires et concluantes. On ne peut continuer la discussion sous cette forme.

» Je propose donc que l'Académie veuille bien nommer une Commission qui prononcerait sur l'exactitude de mes expériences, en dehors de toute interprétation de leurs résultats, et sans aucune préoccupation de doctrine.

» Voici le programme des huit expériences qui me sont personnelles et dont je demande la vérification :

» 1° Le moût de raisin cuit ne fermente jamais au contact de l'air privé des germes qui s'y trouvent en suspension;

» 2° Le moût de raisin cuit de l'expérience précédente fermente quand on y introduit une très-petite quantité de l'eau de lavage de la surface des grains de raisin ou de la surface du bois de la grappe;

» 3° Le moût de raisin ne fermente pas si l'on y introduit cette eau de lavage après qu'on l'a fait bouillir;

» 4° Le moût de raisin ne fermente pas si l'on y introduit une très-petite quantité de l'intérieur d'un grain de raisin;

» 5° Les raisins placés dans une atmosphère d'acide carbonique donnent immédiatement de l'alcool;

» 6° Dans l'intérieur des grains de l'expérience précédente il n'y a pas de cellules de levûre, alors même que la quantité d'alcool produite est considérable;

» 7° *Les gouttes d'une grappe de raisin écrasé fermentent comme les grandes masses de vendange ;*

» 8° Le moût de raisin naturel filtré donne naissance à la petite levûre que j'ai signalée et figurée dans ma Note du *Bulletin de la Société chimique* pour 1862. Elle apparaît de prime-saut avec sa grosseur et *non avec toutes les grosseurs entre le point apercevable et la dimension des bourgeons détachés des cellules.* Cette dernière expérience a pour objet de répondre à M. Trécul, qui, plus logique que M. Fremy, n'hésite pas à déclarer que la levûre peut naître spontanément, à même les matières albuminoïdes dissoutes.

» J'espère que l'Académie voudra bien qu'une Commission désignée dans son sein vérifie les résultats que j'annonce et en constate l'exactitude, particulièrement l'expérience 7 sur la fermentation des petites quantités de jus de raisin, expérience dont M. Fremy avait fait lui-même le nœud de la discussion, à l'occasion des premières expériences du programme ci-dessus. »

Seconde réponse à M. Pasteur; *par* **M. E. Fremy.**

« L'Académie vient d'entendre la proposition que M. Pasteur lui a adressée ; elle aurait pour effet de soumettre à l'examen d'une Com-

mission le débat scientifique qui s'agite en ce moment, *sous le prétexte* de la constatation pure et simple de quelques faits avancés par notre confrère.

» Cette proposition, qui paraît, au premier abord, assez naturelle, mais dont les conséquences pourraient être très-graves, avait déjà été faite, il y a quelques mois; j'avais démontré à l'Académie que la question si vaste et si difficile des fermentations, qui se discutera encore pendant longtemps, n'était pas une de celles qu'une Commission peut résoudre en ce moment.

» Ce refus m'a exposé aux interprétations les plus malveillantes; on a dit que je m'avouais vaincu, puisque je récusais la compétence de l'Académie.

» Pour donner une nouvelle preuve de la bonne foi que j'apporte dans cette discussion, je viens faire à l'Académie une proposition beaucoup plus large et, je crois, plus pratique que celle de M. Pasteur.

» Persuadé que ce n'est pas un Rapport académique qui peut résoudre toutes les questions relatives aux fermentations, mais que la vérité doit résulter d'un travail loyal, suivi pendant un certain temps par des hommes de science préparés à cette étude par des recherches précédentes sur les ferments, *je viens prier M. Pasteur de s'adjoindre à M. Trécul et à moi pour examiner en commun les questions théoriques et expérimentales qui nous divisent.*

» Je suis persuadé que, en présence d'expériences que nous suivrons ensemble, l'accord s'établira bientôt entre nous, et que nous pourrons éclaircir ainsi, mieux que ne le ferait une Commission, les principaux mystères de la fermentation.

» Comme, avant tout, je recherche la lumière, je serais bien heureux que MM. Decaisne et Ch. Robin, qui n'ont pas pris part à ce débat et qui ont une si grande compétence dans les questions que nous discutons, voulussent bien s'adjoindre à nous.

» La proposition que j'ai l'honneur de faire est d'accord avec nos bonnes habitudes de confraternité; elle fait disparaître le caractère blessant pour moi et compromettant pour l'Académie, qui se trouve dans la demande de M. Pasteur.

» Il faut, en effet, que l'Académie se rende compte des conséquences qui résulteraient de la proposition de M. Pasteur, si elle était acceptée.

» M. Pasteur demandant à une Commission de porter un jugement sur l'exactitude de ses observations, je serai conduit nécessairement à soumettre aussi toutes mes expériences à mes confrères. Je leur demanderai, en outre, de se prononcer sur leur interprétation.

« En un mot, la Commission ne pourra pas rester, comme semble le

croire M. Pasteur, dans la simple constatation des faits; elle sera entraînée fatalement à juger le fond même de la question.

» Si un rapport est fait, il pourra arriver alors, à la suite d'essais nouveaux entrepris par moi ou par d'autres expérimentateurs, qu'on démontre à la Commission de l'Académie que les expériences qu'elle considérait comme rigoureuses sont inexactes, et que le jugement qu'elle a porté est faux.

» S'il s'agissait de reconnaître l'exactitude d'un fait très-simple, je comprendrais, jusqu'à un certain point, l'intervention d'une Commission académique.

» Mais lorsqu'une question, comme celle de la fermentation, qui s'agite aussi bien en France qu'à l'étranger, exige encore pour être résolue de nombreuses expériences, je ne puis pas admettre la proposition de M. Pasteur.

» A la suite des travaux faits en commun par un certain nombre de Membres de l'Académie, si l'accord ne s'établissait pas entre M. Pasteur et moi, il serait toujours temps de revenir à la proposition de notre confrère.

» En résumé, je pense que le mieux est de laisser la discussion continuer en toute liberté, sans solliciter actuellement un jugement définitif qui devra être rendu plus tard, lorsque toutes les pièces du procès scientifique auront été produites.

» Quant à l'intervention des Membres de l'Académie, je ne la comprends que dans le sens d'une collaboration, et non dans celui d'un jugement que M. Pasteur demande. »

« **M. Dumas** rappelle qu'il existe des précédents nombreux dans l'histoire de l'Académie, lui laissant entière liberté pour l'examen des travaux de ceux de ses Membres qui désirent qu'elle fasse connaître son opinion à leur sujet.

» M. Pasteur vient d'énumérer sept expériences déterminées. Comme, dans la carrière scientifique de notre confrère, il n'est jamais arrivé que ses expériences, même les plus délicates, aient été trouvées en défaut, la vérification de celles-ci semblera sans doute peu nécessaire et l'Académie pourrait se dispenser de ce soin.

» Mais, si cette exactitude était mise en doute, M. Pasteur aurait certainement le droit de réclamer l'examen des faits qu'il énonce, et l'Académie, laissant de côté les interprétations de pure théorie, aurait, de son côté, dans l'intérêt de la vérité, le devoir de faire procéder au contrôle demandé par un de ses Membres. »

« **M. Wurtz** signale parmi les expériences de M. Pasteur celle qui a trait à la fermentation de petites quantités de jus de raisin, comme étant contestée

par M. Fremy, et conclut, pour le contrôle de ce point de fait, à la nomination d'une Commission, conformément au vœu exprimé à ce sujet par M. Pasteur et dans les limites où il s'est renfermé. »

Réponse de **M. Pasteur.**

« M. Fremy n'accepte pas ma proposition, et il voudrait entre lui, M. Trécul et moi, un travail en commun en présence de deux de nos confrères qu'il prend la peine de désigner lui-même, MM. Decaisne et Robin.

» Je déclare cette proposition inacceptable. Je demande à l'Académie des juges revêtus d'un mandat officiel et non des témoins bénévoles, qui seraient dans l'impossibilité de remettre à l'Académie un Rapport sur une mission qu'elle n'aurait pas demandée et qui n'aurait pas été acceptée par eux.

» Les premières expériences de mon programme ci-dessus étaient vivement contestées par M. Fremy. Il me semble qu'il ne les conteste plus aujourd'hui; mais il maintient son affirmation au sujet du jus naturel du raisin qui, d'après lui, ne fermente pas en petite quantité. Je maintiens le contraire et je demande que mon assertion soit contrôlée par l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite). *Nouvelle méthode pour étudier l'action coercitive des sels sur l'eau, à diverses températures* (1); *par* **MM. P.-A. Favre** *et* **C.-A. Valson.**

« Lorsqu'un sel se dissout, il se produit des effets de coercition dont nous avons commencé l'étude et que nous avons essayé d'interpréter. La méthode suivie repose sur la détermination des densités des solutions salines; mais ce procédé, auquel on ne peut se dispenser de recourir pour certaines déterminations, ne doit pas être employé exclusivement, parce qu'il serait trop long et ne permettrait pas de suivre régulièrement le phénomène de coercition dans sa marche continue ni d'observer les modifications correspondant aux variations de température. Aussi avons-nous fait contruire dans ce but un appareil spécial se prêtant à divers usages.

» L'appareil qui a servi à nos expériences consiste essentiellement en un vase en verre ou en cristal, de capacité déterminée, muni, à sa partie supérieure, de deux tubulures garnies chacune d'une douille métallique taraudée. L'une de ces douilles laisse passer la tige d'un thermomètre; l'autre douille met la solution saline, contenue dans le vase, en communication avec un tube vertical extérieur en verre. Ce tube est divisé en fractions connues de la capacité totale du réservoir. A la partie supérieure de cette dernière douille

---

(1) *Comptes rendus*, séances du 5 août et du 12 août 1872.

se trouve adapté latéralement un robinet de décharge, qui permet d'extraire du liquide, lorsque cela est nécessaire. Après avoir rempli le vase avec la solution saline, en ayant soin qu'il ne reste aucune trace d'air emprisonné dans le vissage de la douille qui reçoit le thermomètre, et après avoir vissé la douille fixée au tube divisé sur la douille de l'autre tubulure, on ferme le robinet d'abord ouvert, puis on introduit dans le tube gradué une colonne d'eau pure qui offre le double avantage de s'opposer à la cristallisation dans cette partie de l'appareil et de mettre la liqueur saline à l'abri du contact des corps tenus en suspension dans l'air. Une petite boule, faisant fonction d'une sorte de soupape très-imparfaite et placée au point de séparation des liquides, par conséquent à la hauteur du robinet, s'oppose au mélange des liquides, mélange que la différence de densité rend déjà difficile; cette boule laisse passer un petit cristal, lorsqu'il est nécessaire de l'introduire dans le réservoir.

» L'appareil que nous venons de décrire sommairement permet d'étudier, sous l'influence du refroidissement, les coefficients de contraction des liquides de diverses natures et les coefficients de contraction des solutions salines; chaque solution correspondant à une quantité équivalente de sel dissous ou à des quantités variables. En outre, les coefficients de contraction d'un certain nombre de liquides étant connus, on peut obtenir les coefficients de contraction des corps solides dont la connaissance est nécessaire, par exemple celui du verre ou du cristal qui forme le réservoir de l'appareil, celui des sels anhydres ou hydratés en expérience, etc. Pour cela, il suffit d'introduire les corps solides dans l'appareil contenant un liquide sans action sur eux, et, à ce point de vue, l'opération a beaucoup d'analogie avec la détermination de la densité des corps solides par la méthode du flacon.

» En opérant ainsi, on peut espérer de rendre plus facile l'analyse des phénomènes de contraction que l'eau subit sous l'influence des sels qu'elle tient en dissolution. En effet, supposons, par exemple, qu'on ait déterminé le coefficient de contraction du sulfate de sodium anhydre, calciné ou fondu, et celui du sulfate de sodium cristallisé avec 10 équivalents d'eau, on peut ensuite en tenir compte dans l'interprétation des phénomènes que présentent les solutions de ce sulfate de sodium soumises à l'action de la chaleur, et arriver peut-être à établir la part à attribuer à cet agent.

» Rappelons encore que, en cristallisant à des températures de plus en plus élevées, les sels semblent généralement retenir des quantités d'eau de moins en moins fortes. Ce phénomène est nettement accusé pour le sulfate de sodium, qui se précipite à l'état anhydre, à mesure que la température s'é-

ève davantage au-dessus de 32°,7, tandis que, à une température inférieure, ce sel prend 10 équivalents d'eau. C'est pour étudier ce dernier phénomène que nous avons employé, pour la première fois, l'appareil que nous venons de décrire; mais, au lieu de laisser refroidir le vase, nous avons procédé, par réchauffement progressif, en partant de la température de 32°,7, ce qui permettait de surprendre, en quelque sorte, par suite des changements de volume, le phénomène qui se produit dans une solution de sulfate de sodium, lorsque ce sel se précipite à l'état anhydre, au fur et à mesure que la température s'élève davantage au-dessus du maximum de solubilité.

» L'exposé sommaire dans lequel nous venons d'entrer suffit pour donner une idée de la nature des recherches que nous avons entreprises et que nous nous proposons de continuer à l'aide de notre appareil. Exposons maintenant quelques expériences sur le sulfate de sodium dans une direction qui nous paraît nouvelle.

» Nous avons commencé par préparer une solution de sulfate de sodium, saturée à 31 degrés environ; cette solution a été introduite dans notre appareil et abandonnée au refroidissement à l'air dans une pièce à température sensiblement constante (20 degrés environ). Nous avons observé, à l'aide du cathétomètre, la marche du mercure dans le thermomètre et celle de l'eau dans le tube gradué.

» Nous avons opéré dans des conditions telles, que le sulfate de sodium pouvait, soit cristalliser pendant le refroidissement, soit rester en dissolution dans la liqueur alors sursaturée. Pour déterminer, dans ce dernier cas, la cristallisation en masse, on introduit dans le tube gradué un très-petit cristal de sulfate de sodium, dont on peut suivre la descente à travers l'eau pure. Dès que ce cristal pénètre dans la solution sursaturée, la cristallisation commençait; en même temps, la température accusée par le thermomètre s'élève rapidement. Il en est de même pour le niveau du liquide dans le tube divisé (1).

» Nous avons enfin expérimenté comparativement sur de l'eau distillée avec le même appareil employé dans les mêmes conditions de température initiale et finale.

» Pour interpréter les résultats de cette expérience, il nous a fallu déterminer un certain nombre de données complémentaires, savoir :

» 1° Composition du liquide avant l'expérience, ainsi que sa densité prise à la température initiale; d'où nous avons déduit que le vase d'une

---

(1) En effet, le liquide qui, de 29°,85 à 21°,40, était descendu de 394^{mm},5, est alors remonté de 619 millimètres, lorsque la température est revenue à 29°,85.

capacité de $1^{lit},385$ renfermait 548 grammes de sel anhydre et $1^{kg},252$ d'eau, c'est-à-dire $1^{kg},800$ de solution sodique, et que la contraction résultant de la dissolution des 548 grammes dans l'eau était représentée par 76 centimètres cubes.

» 2° Analyse du liquide après l'expérience, qui donne la quantité d'eau contenue soit dans les cristaux formés pendant l'expérience, soit dans la liqueur qui baigne ces cristaux (1).

» Si les 548 grammes de sel contenus dans le liquide s'étaient dissous dans une quantité d'eau suffisante pour former une solution normale, ils auraient exercé sur cette eau, comme nous l'avons établi précédemment, une coercition de 129 centimètres cubes, à raison de $16^{cc},7$ par équivalent. Dans notre solution initiale, la coercition exercée sur l'eau est de 76 centimètres cubes seulement; elle est donc beaucoup moindre; d'où il résulte que l'augmentation de volume du liquide, provenant de la cristallisation du sel, est moindre que ne l'indiquerait la théorie, en partant des solutions normales, et qu'elle est d'autant moindre, que le sel, qui n'a pas pu cristalliser, tend à compléter son action sur l'eau pour se rapprocher des conditions où il se trouverait dans la solution normale (2). Aussi l'augmentation de volume du liquide accusée par le tube gradué, par suite de la cristallisation, était-elle bien inférieure à l'augmentation prévue en partant des données de coercition pour une solution normale.

» Nous avons encore constaté que la rapidité du refroidissement, de 42 degrés à 35 degrés, a été à peu près la même pour l'eau et pour les solutions de sulfate de sodium ne pouvant pas cristalliser, et que la contraction de la solution sodique a été notablement plus forte que la contraction de l'eau pure pour ce même abaissement de température; mais, en partant de

---

(1) Si l'on désigne par x et y les proportions d'eau et de sel dans la masse cristallisée, et par x' et y' les proportions d'eau et de sel dans le liquide qui surnage, on a, d'après ce qui précède :

$$x + x' = 1252.$$
$$y + y' = 548.$$

On connaît, d'ailleurs, les rapports $\frac{y}{x}$ et $\frac{y'}{x'}$; le premier est égal à 0,7889, d'après la composition bien connue du sulfate de sodium à 10 équivalents d'eau. Le second, 0,2250, résulte de l'analyse du liquide à la fin de l'expérience. On a ainsi, entre les quantités x, x', y, y', quatre relations qui permettent de déterminer ces inconnues.

(2) C'est ce qui résulte de l'interprétation de la densité de ce liquide prise à 22°,65.

31 degrés pour arriver à 29 degrés, sans cristallisation, le refroidissement de la liqueur sodique a été beaucoup plus rapide que pour l'eau pure, tandis que la contraction de cette solution a été moindre que celle de l'eau. Ce résultat semble accuser des variations, dans l'action coercitive du sel sur l'eau avec la température. Outre ces variations, qui dépendent de l'action coercitive du sel, nous aurons peut-être à tenir compte de légères variations dans la marche du refroidissement, dues à une différence dans les chaleurs spécifiques.

» Nous venons d'exposer ce qui se produit lorsque le sulfate de sodium ne cristallise pas, soit parce qu'il est en quantité insuffisante, soit par suite d'un effet de sursaturation. Voyons maintenant ce qui arrive lorsque le sel cristallise.

» Nous avons dit précédemment que, lorsque la solution a acquis une température aussi basse que le permet l'air ambiant, il suffisait du contact d'un très-petit cristal de sulfate de sodium pour déterminer la cristallisation de la totalité du sulfate de sodium qui sursaturait, et nous avons ajouté que, dans l'opération décrite, la température s'était élevée très-rapidement de 21°,40 à 29°,85. A partir de ce moment, le retour de la liqueur à la température de 21°,40 s'est effectué avec beaucoup plus de lenteur que pendant la période de sursaturation croissante, ce qui dépend évidemment de la présence des cristaux, mauvais conducteurs de la chaleur, lesquels, par leur interposition au sein du liquide, gênent le mouvement des molécules et surtout de la formation successivement croissante des cristaux de sulfate de sodium.

» Nous avons dit que, lorsque la solution du sulfate de sodium, sursaturée à 21°,40, a cristallisé, la température s'est élevée jusqu'à 29°,85, tandis que le liquide est remonté rapidement dans le tube gradué. Mais, lorsque le liquide s'est refroidi de nouveau jusqu'à la température initiale de 21°,40, et a permis à la cristallisation de se compléter, le niveau définitif au-dessus du niveau initial correspondait à une augmentation de volume assez considérable. Il en résulte que, dans les mêmes conditions de température, la solution sursaturée et la solution qui a déposé des cristaux, sont dans des conditions très-différentes au point de vue de la coercition. Nous ajouterons que les changements survenus, en partant de la liqueur sursaturée, nous semblent présenter une analogie frappante et pleine d'intérêt avec la détente des *corps explosifs*. En effet, le travail qui est emmagasiné à l'état potentiel dans un corps explosif, par suite de la dissociation probable et

même nécessaire de l'un des éléments constitutifs (1), est également emmagasiné dans la solution sursaturée, par suite de la dissociation des éléments salins, dissociation que l'ensemble de nos recherches nous fait considérer comme très-probable. Dans les deux cas, la détente se fait également avec dégagement de chaleur et augmentation de volume. Enfin, pour compléter l'analogie, ne peut-on pas comparer le rôle du petit cristal qui, dans une solution sursaturée, produit la cristallisation brusque, et par conséquent la détente de la solution, au rôle de l'amorce dont la déflagration, d'après les expériences de M. Abel, excite des vibrations provoquant dans le corps explosif des vibrations synchrones, capables de modifier complétement son premier état d'équilibre?

» En envisageant ainsi le phénomème de *désursaturation*, l'efflorescence des cristaux de sulfate de soude ainsi produits pourrait aussi être considérée comme une véritable détente des cristaux. »

ASTRONOMIE. — *Sur les photographies de la Lune de M. Lewis Rutherfurd; par* M. FAYE.

M. Faye, en présentant à l'Académie ces photographies, au nom de M. Rutherfurd, donne les détails suivants :

« Ces admirables spécimens des progrès que la Photographie astronomique a faits aux États-Unis ont été obtenus au moyen d'une lunette de 13 pouces anglais d'ouverture, achromatisée spécialement pour les rayons chimiques. Le négatif, de 4 pouces environ de diamètre, a fourni d'abord une épreuve positive d'égale grandeur; c'est ce positif qui a été ensuite soumis à un appareil d'agrandissement dans la lumière solaire convergente fournie par un objectif puissant. L'exposition des clichés originaux a varié d'un quart de seconde dans la pleine Lune à deux secondes pour le premier ou le dernier quartier. La lunette photographique était mue pendant le temps de l'exposition par un mouvement d'horlogerie d'une grande précision.

» Il suffit d'un coup d'œil sur ces magnifiques épreuves pour faire apprécier les services qu'elles pourraient rendre à l'étude de la Géologie lunaire. Les grandes lignes lumineuses, sortes de cassures dessinant des arcs de grand cercle, se croisent suivant des angles qu'il est possible de mesurer avec une certaine exactitude. A l'aide d'un canevas orthographique cal-

(1) L'oxygène, par exemple, dans le protoxyde d'azote.

culé d'avance pour la phase correspondante de la libration, dessiné sur une feuille transparente et appliqué sur ces belles mappemondes, on obtiendrait les éléments géométriques de ces arcs de grand cercle rapportés à l'équateur lunaire. Les cirques, les cratères et jusqu'aux moindres fosses circulaires que la surface de la Lune nous présente en si grand nombre y sont représentés à grande échelle, avec une fidélité saisissante qu'aucune carte topographique ne saurait reproduire. On pourra y étudier pas à pas les variétés nombreuses de ces types divers, si semblables de prime abord à nos volcans éteints et si différents toutefois, à certains égards, de leurs analogues terrestres. Ici la photographie donne les hauteurs (dans la région des ombres portées) aussi bien que les dimensions linéaires dans le sens horizontal.

» Une des formations lunaires que la photographie représente le mieux, ce sont les mers dont le peu d'éclat ou plutôt la teinte sombre ressort avec énergie du milieu éclatant des contrées montagneuses. On est frappé à leur aspect, tout aussi vivement qu'à l'inspection directe de la Lune, de l'idée qu'on a sous les yeux le produit de vastes épanchements d'une matière fluide, qui serait venue effacer les accidents antérieurs de la surface, en laissant subsister çà et là sur les bords quelques vestiges des cirques primitifs.

» Ces belles photographies ne dispensent naturellement ni du secours d'une carte bien faite, comme celle que nous devons à MM. Beer et Mädler, ni de l'étude directe de la Lune elle-même au moyen de télescopes plus ou moins puissants; mais, en fixant une image parfaite et complète de notre satellite sur la table de travail, elles permettent des recherches suivies, à tête reposée, qui ne peuvent être utilement faites désormais par de simples astronomes. M. Elie de Beaumont a montré, il y a longtemps, quel parti les géologues pourraient tirer de l'étude de la surface lunaire dont les accidents n'ont jamais été dénaturés par l'action destructive des eaux ni par l'action plus lente d'une atmosphère quelconque.

» Quelques-uns de nos confrères m'ayant demandé des détails sur les procédés de M. Rutherfurd, je vais tâcher de les satisfaire.

» L'observatoire de M. Rutherfurd, à New-York, se compose d'un équatorial de grande dimension, muni d'un excellent mouvement d'horlogerie, et d'un cercle méridien placé dans une salle à part.

» Les premiers essais photographiques de M. Rutherfurd remontent à 1858. L'objectif avait alors 11 pouces $\frac{1}{4}$ d'ouverture. Il avait été corrigé par M. Rutherfurd lui-même, au moyen de la méthode des retouches locales

de M. Fitz, employée depuis longtemps par cet habile opticien. Néanmoins les images photographiques ne furent pas satisfaisantes. Il fallait réduire l'ouverture à 5 pouces pour la pleine Lune; jamais on ne put obtenir l'image d'une étoile à partir de la 6e grandeur, et, en fait d'étoiles doubles, séparer γ de la Vierge (3″) était tout ce que l'instrument pouvait donner. M. Rutherfurd se décida, après bien des tentatives variées, à corriger son objectif pour les rayons chimiques seulement, en sacrifiant l'achromatisme visuel, au lieu de chercher, comme on l'a fait en Angleterre pour les photohéliographes destinés à Kew et au gouvernement russe, à réunir à la fois les qualités optiques et les qualités chimiques. Le savant américain a trouvé qu'il lui fallait modifier les courbures du flint de son objectif de manière à raccourcir d'un dixième la longueur focale primitive. Dans cet état, l'objectif ne valait plus rien pour les observations faites à l'œil. Il lui restait à le corriger de l'aberration de sphéricité. Les premières corrections de ce genre ont été obtenues néanmoins avec l'œil, sur α de la Lyre et sur Sirius, en interposant, dans une boîte de verre, une épaisseur suffisante d'un liquide bleu (cuprosulfate d'ammoniaque). Mais les corrections finales, dirigées comme les précédentes par la méthode des retouches locales, n'ont pu être obtenues que par des tâtonnements photographiques.

» Alors l'objectif, toujours de 11 pouces d'ouverture et d'une longueur focale un peu diminuée, se montra capable de photographier les étoiles elles-mêmes jusqu'à la 9e grandeur, en moins de 3 minutes. En une demi-seconde, l'étoile double de Castor donnait une impression parfaitement visible, tandis qu'il en fallait dix pour l'objectif non corrigé. L'amas d'étoiles nommé *Præsepe* fut photographié complétement, y compris les plus petites. On sait d'ailleurs que ces négatifs stellaires permettent d'obtenir des mesures bien plus précises que les procédés ordinaires de l'Astronomie. Quant à la Lune, les résultats dépassèrent l'attente de l'auteur lui-même. Cet objectif a été cédé à l'Observatoire de la République Argentine, dirigé par M. Gould.

» Plus tard, M. Rutherfurd a entrepris de corriger un autre objectif plus puissant, de 13 pouces de diamètre, par une nouvelle méthode qui n'exigeât pas le sacrifice de ses qualités ordinaires. Il imagina, pour cela, de joindre à l'objectif achromatique une troisième lentille de densité et de courbures capables de donner à l'ensemble l'achromatisme chimique. Ce résultat a été obtenu à l'aide d'un spectroscope particulier. En faisant tomber l'image d'une étoile sur une des faces d'un prisme convenablement placé, on obtiendrait un spectre linéaire si l'objectif pouvait être achro-

matisé pour tous les rayons. Ce spectre s'élargit au contraire en forme de pinceau pour les couleurs qui font exception. Un simple coup d'œil sur le spectre d'une étoile montre donc quels sont les rayons qu'il faut réunir en une bande étroite pour obtenir l'achromatisme actinique, et dirige ainsi les corrections qu'il convient d'apporter successivement aux surfaces de la lentille additionnelle.

» Les épreuves de la Lune, soumises aujourd'hui à l'Académie, ont été obtenues à l'aide de cet objectif de 13 pouces, corrigé par l'addition de la troisième lentille. Pour rendre à cette grande lunette ses qualités visuelles ordinaires, il suffit de débarrasser son objectif de la lentille de correction.

» Ajoutons enfin que la mise au point qui doit s'opérer, dans le cas des applications photographiques, sans l'aide de l'œil, avec un soin extrême, s'obtient au moyen de vis micrométriques fixées sur la monture de l'objectif, de thermomètres fixés au tube de la lunette pour en donner la température et par suite la dilatation, et d'une table numérique indiquant la position de l'objectif à chaque degré de température. »

« M. Bertrand présente, de la part de M. Gauthier-Villars, un exemplaire de la « Onzième édition des *Éléments de Statique* de Poinsot, précédée d'une Notice sur Louis Poinsot par M. J. Bertrand ».

» Il fait remarquer que, si l'habile éditeur a supprimé les Mémoires placés par Poinsot à la suite des éditions précédentes, c'est avec l'intention de les réunir, prochainement, aux autres écrits de notre illustre et regretté confrère dans un volume que les géomètres accueilleront sans doute avec un vif intérêt. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. le Dr Dufossé, *intitulé : « Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons des eaux douces et des mers de l'Europe* (1). »

(Commissaires : MM. Coste, Cl. Bernard, de Quatrefages ;
Ch. Robin rapporteur.)

« Le Mémoire que vous avez soumis à notre examen est un travail con-

(1) Le manuscrit de ce Mémoire a été déposé sous pli cacheté à l'Académie le 12 juillet 1864, et ouvert en séance le 3 juin 1872.

sidérable, une véritable monographie; elle a coûté à son auteur de nombreuses recherches. Ce sujet a été, de sa part, l'objet d'observations fort diverses, dont le résumé a été, à plusieurs reprises, inséré dans les *Comptes rendus* de nos séances.

» La première partie du travail de M. le Dr Dufossé se compose d'un historique très-étendu, résumant tout ce qu'ont dit les naturalistes et les physiologistes sur les bruits que produisent certains poissons. Cet historique commence à Aristote, dont les remarques sur cette question méritent d'être rappelées.

« Les poissons, dit-il, n'ayant ni poumon, ni trachée, ni pharynx n'ont point de voix. Ceux que l'on dit en avoir ne forment autre chose que certains sons et des sifflements. Telle est l'espèce de grognement de la *Lyre*, du *Chromis* et du poisson appelé *Sanglier*, que l'on trouve dans l'Acheloüs. On peut citer encore le *Chalcis* et le *Coucou :* le premier fait une espèce de sifflement; le second donne un son approchant de celui que produit l'oiseau dont il a reçu le nom, en raison de cette ressemblance. Tous ces poissons produisent ce que l'on appelle *leur voix*, les uns par le frottement de leurs branchies qu'ils ont garnies de pointes, les autres par le moyen de certaines parties intérieures voisines de l'intestin, et qui contiennent de l'air. C'est cet air dont l'agitation et le frottement produisent un son. Quelques Sélaciens semblent également siffler. Tout ceci, néanmoins, ne s'appelle *voix* qu'improprement; il faut dire que c'est un son. (Aristote. *Histoire des Animaux*, livre IV; traduction de Camus; Paris, 1783; in-4°, t. I, p. 221.) »

» Les sons émis par les poissons peuvent être des *bruits irréguliers* très-variés : tels sont ceux que les Cyprins, les Loches, les Dactyloptères, les Hippocampes et autres produisent avec leurs lèvres, leurs opercules, ou en mouvant certaines articulations.

» Il est d'autres bruits qui sont *réguliers;* divers Scombéroïdes les produisent par frottement des os pharyngiens; les *Môles* (*Orthagoriscus*) les déterminent par frottement de leurs dents intermaxillaires; divers *Cyprinoïdes*, *Anguilliformes*, *Siluroïdes*, etc., les causent en expulsant dans l'œsophage l'air de leur vessie natatoire.

» Il est enfin des bruits qui, *réguliers* et *volontaires* comme les précédents, résultent de certaines particularités offertes par des muscles en voie de contraction sur des poissons pourvus d'une vessie aérienne sans communication avec l'œsophage. Ils ont été observés sur les *Malarmat* (*Peristedion cataphracta*), *Trigla*, *Sciæna*, *Zeus*, *Umbrina cirrhosa* et *Hippocampus brevirostris*.

» Le mécanisme de la production des deux premières variétés de ces bruits était au fond déjà connu; mais M. Dufossé, en l'examinant de nouveau et

par ses dissections, a donné plus de précision à plusieurs des notions anatomiques et physiologiques qui le concernent.

» Cette partie de ses recherches, déjà ancienne, a du reste été l'objet d'un rapport favorable de notre regretté confrère Constant Duméril (*Comptes rendus*, 1858, t. XLVI, p. 610).

» Aussi nous ne voulons insister que sur les Communications ultérieures de l'auteur, faites à partir de 1858 à 1862 particulièrement (*Comptes rendus*, 1862, t. LXIV, p. 393), qui nous semblent avoir plus d'importance encore que les premières.

» Il s'est appliqué à faire voir que les *sons réguliers* qu'engendrent les poissons peuvent être produits volontairement et ne sont pas une simple conséquence de quelque autre acte physiologique. Ils sont par conséquent, dans tel et tel cas déterminé, de véritables actes d'expression, quelque rudimentaires qu'elle soit.

» M. Dufossé a montré que dans les poissons qui produisent volontairement des sons réguliers, ces derniers sont commensurables comme les sons musicaux; bien qu'ils soient encore plus imparfaits que ceux que rendent les serpents, ce que Lacépède avait déjà remarqué, il en a déterminé le timbre sur toutes les espèces qu'il a observées. Il a montré de plus, par des expériences concluantes, que tous les poissons qui émettent dans l'atmosphère des bruits ou des sons expressifs réguliers, les font entendre aussi dans l'eau, c'est-à-dire dans le milieu où ils vivent et entrent naturellement en relation les uns avec les autres.

» Pour plusieurs espèces, l'intensité des sons est assez grande pour que, produits par un seul individu, ils soient entendus à une distance de plusieurs mètres; il en est ainsi pour certains *Trigles*, *Zeus* et surtout le *Tambour* ou *Pogonias chromis*, etc.

» Émis par des animaux réunis en troupes, ils peuvent être transmis plus loin encore; ils ont plus d'une fois, dans ces conditions, effrayé des équipages qui ne savaient à quelle cause attribuer les bruits engendrés autour et au-dessous des navires. Ils ont été la source de plus d'une fable répandue dans les populations maritimes.

» M. Dufossé a constaté ces bruits lui-même en allant maintes fois, et non toujours sans danger, passer des nuits en pleine mer sur des barques de pêcheurs.

» Sur les poissons à vessie aérienne sans communication avec l'œsophage, M. Dufossé a expérimentalement constaté que la paroi de ce réservoir était animée de mouvements forts et fréquents pendant la durée de la production

des sons. Il a bien étudié les nerfs et les muscles qui agissent alors. Ses vivisections, aidées du toucher et de l'auscultation, lui ont prouvé péremptoirement *que les muscles intrinsèques sont les agents producteurs des vibrations d'où proviennent les sons formés* (*loc. cit.*, 1862, p. 394).

» Depuis lors, un physiologiste distingué, M. Armand Moreau, en soumettant les nerfs qui se rendent à la vessie natatoire des *Trigles* à l'action d'un courant électrique, a constaté, d'autre part, que les muscles à fibres striées de celle-ci se contractent et déterminent la reproduction des sons caractéristiques, et cela sur l'animal tué par section de la moelle. (A. Moreau, *Comptes rendus*, 1864, t. LIX, p. 437.)

» Ce mode de formation des sons par contraction des muscles de la vessie natatoire de divers poissons n'était pas connu avant les études de M. Dufossé. La science doit lui être reconnaissante de cette découverte et du soin qu'il a mis à observer les diversités de ce phénomène d'une espèce à l'autre des poissons qui le présentent.

» Nous terminerons ce Rapport en signalant à l'attention de l'Académie un autre point de ce travail, et cela parce qu'il deviendra certainement l'objet d'expériences nouvelles faites à l'aide des instruments enregistreurs et autres qui servent aujourd'hui à déterminer la nature réelle d'un grand nombre de phénomènes d'ordre organique.

» Suivant M. Dufossé, ce ne sont pas les mouvements facilement visibles de la vessie natatoire qui sont la cause du son entendu pendant leur durée. Bien plus grandes que les trépidations concomitantes qui causent les vibrations sonores, ces contractions ne font que tendre ou relâcher telle ou telle partie du réservoir aérien; quant à celui-ci, son usage, sous ce rapport, est de faire office de table d'harmonie, d'organe de renforcement des sons produits, qui sont compris entre le si_2 et le $ré_5$.

» On sait que les muscles à fibres striées en contraction donnent lieu à un bruit particulier que l'on nomme *bruit musculaire*, *bruit rotatoire*, *de grésillement* ou *myophonie*, bien étudié par Wollaston, Erman, Gilbert, Laennec et beaucoup de modernes.

» D'après M. Marey, ce son musculaire correspond tantôt à l'*ut*, tantôt au *si* de l'octave inférieur du piano. Or, suivant M. Dufossé, le bruit produit par les poissons dont nous parlons est ce son musculaire même, causé par la contraction des muscles volontaires de la vessie aérienne, et celle-ci joue, à son égard, le rôle d'organe de renforcement, d'une manière assez prononcée pour qu'il puisse parvenir à notre oreille.

» L'Académie voit que si l'exactitude de cette ingénieuse analyse du mé-

canisme de la production des sons produits par la vessie natatoire vient à être confirmée expérimentalement, la propriété acoustique de la contraction musculaire s'élèvera à la hauteur d'un phénomène producteur de sons, non-seulement commensurables, mais encore expressifs.

» En l'absence d'expériences faites par elle, votre Commission ne peut encore se prononcer formellement sur ce point. Mais elle reconnaît que, par le sagace et laborieux emploi de ses connaissances en Anatomie et en Physiologie comparatives, M. Dufossé a découvert des faits nouveaux qui ont éclairé plusieurs questions d'ichthyologie encore obscures.

» La Commission propose en conséquence à l'Académie de le remercier de ses savantes communications. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales d'ordre quelconque et de leurs périodes.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Hermite, O. Bonnet, Puiseux.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, en 1858, une théorie des intégrales d'ordre quelconque et de leurs périodes, qui a paru en 1859 dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées.* Mais je crois que peu de personnes en ont pris connaissance ; la matière était trop difficile.

» La méthode que j'ai appliquée aux intégrales simples et doubles, dans les Mémoires précédents, permettra heureusement de réduire la théorie des intégrales d'ordre quelconque au même degré de simplicité : l'identité des propositions, présentées dans le même ordre et démontrées par les mêmes moyens, sera, au reste, telle que je pourrai réduire beaucoup les explications.

» *Définition et évaluation d'une intégrale d'ordre n prise entre limites imaginaires.* — Soient x, y, z, u, t,... n variables et F une fonction de ces variables, définie par une équation $f(x, y, z, \ldots F) = 0$: x, y, z,... étant supposés imaginaires seront représentés, dans un état quelconque, par

$$\alpha + \beta\sqrt{-1},\quad \alpha_1 + \beta_1\sqrt{-1},\quad \alpha_2 + \beta_2\sqrt{-1},\ldots$$

et F le sera par

$$\alpha_n + \beta_n\sqrt{-1}.$$

Pour que l'intégrale $\Sigma_n \mathrm{F}\, dx\, dy\, dz\ldots$ soit définie, il faudra introduire entre $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_{n-1}, \beta_{n-1}$ n relations, qui, jointes aux deux dans lesquelles se décompose

$$f(\alpha+\beta\sqrt{-1},\ \alpha_1+\beta_1\sqrt{-1}, \ldots,\ \alpha_n+\beta_n\sqrt{-1}) = 0,$$

réduiront le nombre des variables indépendantes à n, et feront de F une fonction déterminée de $\alpha, \alpha_1, \ldots, \alpha_{n-1}$, par exemple.

» On pourrait, pour donner une forme analytique à l'intégrale, recourir à la formule qu'a donnée Jacobi, pour effectuer la transformation des variables indépendantes. Mais l'intégrale transformée n'aurait plus avec l'ancienne, au point de vue de la forme, que des rapports à peu près insaisissables. On évitera ces difficultés et l'on parviendra en même temps à une méthode pratique d'évaluation de l'intégrale par les considérations suivantes :

» L'intégrale a pour expression

$$\mathrm{I} = \Sigma(\alpha_n+\beta_n\sqrt{-1})(d\alpha+d\beta\sqrt{-1})(d\alpha_1+d\beta_1\sqrt{-1})\ldots(d\alpha_{n-1}+d\beta_{n-1}\sqrt{-1});$$

si l'on conçoit que le produit

$$(d\alpha+d\beta\sqrt{-1})(d\alpha_1+d\beta_1\sqrt{-1})\ldots(d\alpha_{n-1}+d\beta_{n-1}\sqrt{-1})$$

soit effectué, il pourra être décomposé en quatre parties, comprenant respectivement les termes où entreraient $4k$, $4k+1$, $4k+2$ et $4k+3$ facteurs imaginaires. En désignant ces parties par

$$\mathrm{P}_0,\quad \sqrt{-1}\,\mathrm{P}_1,\quad -\mathrm{P}_2 \text{ et } -\sqrt{-1}\,\mathrm{P}_3,$$

on fera prendre à l'intégrale la forme

$$\mathrm{I} = \Sigma(\alpha_n+\beta_n\sqrt{-1})(\mathrm{P}_0+\sqrt{-1}\,\mathrm{P}_1-\mathrm{P}_2-\sqrt{-1}\,\mathrm{P}_3).$$

Cela posé, si l'on conçoit que, entre les deux équations dans lesquelles se décomposera $f=0$, les n relations introduites, que nous désignerons par

$$\varphi = 0,\quad \varphi_1 = 0, \ldots,\quad \varphi_{n-1} = 0,$$

et les $n+1$ équations

$$x_1 = \alpha+\beta,\quad y_1 = \alpha_1+\beta_1,\quad z_1 = \alpha_2+\beta_2, \ldots,\quad \mathrm{F}_1 = \alpha_n+\beta_n,$$

ou les $n+1$ équations

$$x'_1 = \alpha-\beta,\quad y'_1 = \alpha_1-\beta_1,\quad z'_1 = \alpha_2-\beta_2, \ldots,\quad \mathrm{F}'_1 = \alpha_n-\beta_n,$$

on élimine $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n$, on obtiendra successivement deux rela-

tions, l'une entre F_1 et x_1, y_1, z_1,..., l'autre entre F'_1 et x'_1, y'_1, z'_1; de sorte que l'on pourra concevoir les deux intégrales

$$U = \Sigma F_1\, dx_1\, dy_1\, dz_1,$$
$$U' = \Sigma F'_1\, dx'_1\, dy'_1\, dz'_1.$$

Ces intégrales auront pour expressions

$$U = \Sigma(\alpha_n + \beta_n)(P_0 + P_1 + P_2 + P_3),$$
$$U' = \Sigma(\alpha_n - \beta_n)(P_0 + P_1 + P_2 + P_3),$$

et l'on pourra donner à I la forme

$$I = 2\Sigma\alpha_n P_0 + 2\Sigma\beta_n P_3 - \frac{U+U'}{2} + \left(2\Sigma\alpha_n P_3 + 2\Sigma\beta_n P_2 + \frac{U-U'}{2}\right)\sqrt{-1};$$

mais si l'on pose

$$U_1 = \Sigma\alpha_n P_0 + \Sigma\beta_n P_3, \quad U'_1 = \Sigma\alpha_n P_3 + \Sigma\beta_n P_2,$$

on aura en définitive

$$I = -\frac{U+U'}{2} + 2U_1 + \sqrt{-1}\left(\frac{U-U'}{2} + 2U'_1\right).$$

Chacune des intégrales composant U_1 et U'_1 pourrait s'exprimer par une intégrale d'ordre n d'une fonction réelle de n variables réelles, définie par une équation qu'on obtiendrait par des éliminations suffisamment indiquées par ce qui précède. Mais on se débarrassera aisément de ces intégrales.

» Si l'équation $f = 0$ a tous ses coefficients réels, elle admettra les solutions $x = \alpha - \beta\sqrt{-1}$, $y = \alpha_1 - \beta_1\sqrt{-1}$, $F = \alpha_n - \beta_n\sqrt{-1}$, conjuguées des précédents, et l'on pourra considérer l'intégrale I' correspondant à cet ensemble de solutions. Cette nouvelle intégrale sera évidemment exprimée par

$$I' = -\frac{U+U'}{2} + 2U_1 - \sqrt{-1}\left(\frac{U-U'}{2} - 2U'_1\right).$$

» Quant aux limites de l'une ou de l'autre intégrale, en supposant que α, α_1,..., α_{n-1} soient les variables qu'on regarde comme indépendantes, on les fixera en établissant entre ces variables $n-1$ relations nouvelles, qui doivent être satisfaites aux limites seulement.

» *Théorème de l'indépendance de l'intégrale d'ordre n et des valeurs intermédiaires des variables, les limites restant les mêmes.* — On démontrera exactement, comme dans les deux cas précédents, que si les n relations $\varphi = 0$,

$\varphi_1 = 0, \ldots, \varphi_{n-1} = 0$ se déforment insensiblement sans cesser d'admettre, pour les n variables indépendantes, les mêmes systèmes de valeurs aux limites, l'intégrale ne variera généralement pas. On obtiendra d'ailleurs de la même manière les expressions des conditions dans lesquelles elle pourrait changer.

» Il suffira pour cela de remarquer que chaque élément de l'intégrale $\Sigma(\alpha_n + \beta_n\sqrt{-1})(d\alpha + d\beta\sqrt{-1})(d\alpha_1 + d\beta_1\sqrt{-1})$ pourra être formé de la somme de tous les éléments analogues que l'on obtiendrait en ne faisant varier à la fois que l'une seulement des parties de chacune des variables $x, y, z, \ldots$, pourvu qu'on tînt compte de toutes les combinaisons possibles, effectuées d'ailleurs dans l'ordre que l'on voudrait.

» Il résultera de là qu'on pourra faire varier à volonté les lois de progression de $x, y, z, \ldots$, pourvu toutefois qu'aucun système nouvellement introduit de valeurs de $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_{n-1}, \beta_{n-1}$ ne satisfasse à aucune des équations

$$F = \infty, \quad \frac{dF}{dx} = \infty, \quad \frac{dF}{dy} = \infty, \ldots,$$

c'est-à-dire ne satisfasse ni à l'équation $F = \infty$, ni à l'équation $\frac{df}{dF} = 0$.

» On rendrait compte, comme dans les deux cas précédents, de l'annulation de l'intégrale et de chacune de ses parties, dans tous les cas où les variables indépendantes ne varieraient que dans des limites trop restreintes.

» En effet les $2n + 2$ variables

$$\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_{n-1}, \beta_{n-1}, \alpha_n, \beta_n,$$

étant liées entre elles par $n + 2$ équations, chacune des quantités α_n et β_n pourra être considérée comme une fonction de n de celles qu'on voudrait des $2n$ premières et notamment des n dont les différentielles entreraient dans la partie de l'intégrale totale qu'on voudrait considérer, de sorte que cette partie de l'intégrale totale ne serait en définitive que l'intégrale d'une fonction réelle de n variables réelles. Or, si cette fonction ne pouvait pas prendre de valeurs multiples, ses valeurs ne pourraient pas se permuter entre elles, de sorte que le système de valeurs des variables et de la fonction étant supposé fermé et la fonction repassant, au retour, par les mêmes valeurs qu'elle avait prises dans l'aller, la somme des éléments engendrés serait identiquement nulle. »

PHYSIQUE. — *Additions à la Note précédente sur les anneaux colorés du gypse, et correction d'une partie de cette Note; par* **M. E. Jannettaz.** (Présenté par M. Becquerel.)

(Renvoi à la section de Physique, à laquelle M. Delafosse est prié de s'adjoindre.)

« Le fait, qui me paraît incontestable, reste toujours le même : lorsque, par une pression normale, je détache l'un de l'autre deux feuillets superposés d'une lame de gypse parallèle au clivage parfait, le feuillet supérieur s'infléchit en prenant la forme d'une calotte ellipsoïdale; à ce moment, l'air pénètre par le trou dont je cherche à percer cette lame, dans l'espace qui lui est accessible; des anneaux colorés elliptiques s'y manifestent, et les grands axes de ces anneaux sont inclinés sur le clivage fibreux de 17 degrés. Dans ces ellipses, le rapport du grand axe au petit est un peu variable : il est de 1,25 en moyenne; mais l'écart varie de 1,22 à 1,29. J'ai trouvé pour l'ellipse des conductibilités du gypse, sur ce même plan, celui du clivage parfait, le rapport des axes égal à 1,247. Ce nombre est la moyenne de quatorze mesures, dont les valeurs extrêmes sont 1,23 et 1,28. Le grand axe des anneaux colorés est parallèle à celui des conductibilités pour la chaleur, obtenu à l'aide d'une source calorifique dont la température est inférieure à 100 degrés.

» J'en puis montrer comme témoin une lame de gypse, où l'on voit bien parallèles l'un à l'autre les axes correspondants d'une ellipse des conductibilités thermiques, et ceux d'une ellipse, visible par réflexion, et formée par l'air interposé entre deux feuillets de cette lame. Puisque la forme de la région occupée par l'air s'est maintenue la même depuis longtemps, il est évident qu'elle est en rapport avec une position d'équilibre.

» Mes dernières mesures ne modifient pas mes premiers résultats.

» Il n'en est pas de même de l'interprétation que j'en ai donnée au premier abord, mais qui ne me satisfait plus. Lorsque j'ai obtenu ces anneaux elliptiques, c'est bien en faisant tourner une aiguille pour percer un trou dans une plaque de gypse que j'ai occasionné leur apparition; mais ce n'est pas l'une après l'autre que j'infléchis les différentes directions d'un même feuillet de la plaque; les anneaux se développent simultanément, lorsque j'enfonce un peu violemment l'aiguille, et que les files de molécules, situées autour du point comprimé, se trouvent abaissées par le même effort. L'hypothèse la plus simple que l'on puisse faire, c'est que les cohésions paral-

lèles, ou mieux tangentielles aux clivages, sont plus grandes que les cohésions normales (1). La conséquence en est que, si l'on produit un anneau coloré elliptique ayant son grand axe parallèle à un clivage, ce grand axe indique la direction d'une cohésion tangentielle maxima. Car il faut parcourir sur cet axe un chemin plus grand que sur le petit pour observer la même teinte, c'est-à-dire pour parvenir au même écart des deux feuillets qui en est la cause. Donc le grand axe de l'ellipse, qui me paraît constamment incliné à 17 degrés sur le clivage fibreux, est parallèle à la résultante des deux cohésions maxima, parallèles elles-mêmes aux deux clivages, l'un fibreux, l'autre vitreux. Telle est la correction que j'apporte à la Note précédente.

» Je ne reviens pas aujourd'hui sur la coïncidence que j'ai souvent constatée entre la direction de la valeur maxima des conductibilités thermiques et celle du clivage le plus net, ou la résultante de plusieurs clivages; j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'examen de l'Académie un assez long travail sur cette question. J'y ajouterai, je l'espère, quelques preuves nouvelles de ces relations nécessaires entre des phénomènes subordonnés à la structure cristalline des corps, lorsque j'aurai terminé l'étude d'anneaux colorés, analogues à ceux du gypse, que je viens de remarquer dans d'autres substances, telles que la barytine. »

ÉLECTRICITÉ. — *Effets de la foudre sur les arbres.* Mémoire de M. D. Colladon. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

« L'auteur a profité de plusieurs circonstances favorables pour observer très-attentivement un grand nombre d'arbres foudroyés; ses études l'ont conduit à quelques conclusions générales et à la découverte de faits nouveaux intéressants.

» Il a reconnu que chaque espèce d'arbre présente des lésions ayant des caractères spéciaux, faciles à distinguer de ceux des autres arbres.

» Pour quelques espèces, par exemple pour les peupliers, les parties les plus élevées et les plus jeunes ne sont nullement altérées par de violents coups de foudre, les lésions se manifestent habituellement sur la partie in-

---

(1) Bravais a établi nettement cette distinction importante entre les cohésions tangentielles et les cohésions normales aux clivages. (*Journal de l'École Polytechnique*, 1851, 34e cahier, p. 167.)

férieure du tronc, dont le bois, moins bon conducteur de l'électricité, subit seul des altérations par le passage du courant. C'est là seulement qu'on voit des plaies dénudées d'aubier et d'écorce : ce qui a donné lieu au préjugé très-répandu, d'arbres frappés au milieu, au tiers ou au quart de leur hauteur.

» Il peut arriver qu'un arbre, d'une essence conductrice, surtout s'il est encore jeune, ne présente aucune lésion apparente, à la suite d'un très-violent coup de foudre.

» Dans la plupart des cas, la foudre ne frappe pas un point unique de l'arbre, mais elle s'étale sur la totalité des branches supérieures ou latérales; quelquefois elle frappe simultanément le sommet de plusieurs arbres contigus, et se dissémine sur une très-grande étendue de feuilles ou de rameaux.

» L'auteur démontre, par plusieurs faits bien caractérisés, que, en général, chaque branche située dans la partie élevée de l'arbre recueille et transmet au tronc son contingent de fluide électrique, qui vient grossir le courant principal auquel le tronc sert de conducteur.

» Lorsque la foudre frappe des vignes formées de ceps tous égaux en hauteur et très-régulièrement espacés, comme on en voit un grand nombre dans la vallée du Léman, la surface frappée est, à fort peu près, un cercle régulier et bien défini. L'action, plus forte près du centre, décroît en se rapprochant de la circonférence; là elle cesse subitement, et au delà du cercle on n'aperçoit aucune souche atteinte. Dans l'intérieur, il n'y a ni anneaux ni séparations. Le diamètre de ces cercles peut varier de 6 à 20 mètres et plus.

» L'auteur a eu l'occasion d'étudier, sur les parties dénudées d'écorce d'un peuplier et d'un sapin, récemment foudroyés et à peu de distance du sol, des taches très-caractéristiques, exactement circulaires, et qui ne présentent aucune apparence de dépôt; elles résultent plutôt d'une forte dessiccation locale du jeune bois, qui se trouve aminci dans les parties tachées, et qui est coloré en anneaux concentriques de couleur jaune foncé ou brune, analogue à celle que prend le bois lorsqu'il est desséché au four. Ces taches se sont conservées sans altération, depuis quatre ans, sur des fragments d'aubier détachés de l'écorce. Elles n'ont été observées qu'à 1 ou 2 mètres au-dessus du sol, et elles étaient situées le long d'une fissure longitudinale qui les traversait ou qui leur était à peu près tangente. Sur un sapin foudroyé, à Nyon, on voyait dix taches semblables, ayant de 3 à 5 centimètres de diamètre; leur dépression centrale, produit de la dessiccation ou de l'amincissement du bois, variait de 1 jusqu'à 2 $\frac{1}{2}$ millimètres.

» Les traces ou les sillons en hélice, qui se remarquent fréquemment sur quelques arbres foudroyés et assez fréquemment sur les chênes, prennent cette direction hélicoïdale par suite de la tendance du courant électrique à suivre la longueur des cellules qui constituent le jeune bois, seul bon conducteur de l'électricité. Les fibres formées par ces cellules sont très-souvent contournées en hélice, et la foudre les suit dans leur direction hélicoïdale, plutôt que de prendre un chemin plus court en se déviant d'un faisceau de fibres à un autre faisceau. Des empreintes de la plaie, prises à différentes hauteurs avec de la terre à modeler et reproduites sur des plâtres, rendent manifeste cette direction du courant le long d'un faisceau continu de fibres plus ou moins contournées.

» En faisant passer les décharges d'une forte batterie de Leyde sur un faisceau de tiges de graminées, pour imiter en petit l'action de la foudre sur un faisceau de fibres, M. Colladon a remarqué que quelques-unes de ces tiges portaient, à la suite du foudroiement, des divisions annulaires, charbonneuses, assez régulièrement espacées et ressemblant aux divisions d'une tige de thermomètre, fait qu'il se propose de suivre et d'examiner à nouveau.

» L'auteur s'est occupé incidemment d'étudier l'influence que peuvent exercer des arbres placés près des habitations, pour les préserver de la foudre; il montre, par des exemples, que cette influence peut être ou utile, ou nuisible, dans certains cas indiqués.

» L'auteur discute aussi les causes probables des effets de dispersion produits par la foudre, ainsi que d'autres questions de météorologie sur lesquelles l'opinion des physiciens n'est pas définitivement fixée.

» Entre les coups de foudre d'une grande intensité, cités dans ce Mémoire, le suivant paraît surtout très-remarquable : la foudre a frappé, en juillet 1872, le toit d'une ferme près de Genève; et, après avoir abattu deux pans de muraille et contourné un jardin, en suivant plusieurs fils de fer d'espaliers, elle s'est répandue sur une vigne située au delà, en laissant des traces de foudroiement sur plus de deux mille ceps. »

« M. Edm. Becquerel fait remarquer que, dans le Mémoire de M. Daniel Colladon, Mémoire très-intéressant et très-bien étudié dans toutes ses parties, il est question d'altérations produites dans les feuilles de vignes frappées de la foudre sur un espace d'une certaine étendue. Il pense que l'on doit rapprocher ces altérations de celles qui ont été observées par son père sur les feuilles et sur les fleurs soumises à l'action des

décharges électriques, même faibles, altérations qui proviennent de ce que les cellules végétales sont pour ainsi dire tuées par l'influence électrique et de ce que les tissus sont devenus perméables aux liquides qu'ils contiennent ainsi qu'aux liquides ambiants (1). »

« M. Becquerel ajoute, à cette occasion, que certaines feuilles, ainsi que des pétales de fleurs colorées en rouge, comme celles du coquelicot des champs, qui ont reçu la plus faible décharge électrique, sont décolorées immédiatement au point frappé par la décharge, et que la décoloration s'étend peu à peu autour des points qui ont été frappés. Les diverses plantes présentent de grandes différences à cet égard, et la couleur des fleurs jaunes n'est pas sensiblement modifiée par les décharges électriques (2). »

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des Poissons osseux* (3e Partie); *par* M. C. Dareste.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« Il me reste maintenant à déterminer les types crâniens secondaires qui appartiennent au type du premier ordre, et que je considère comme indiquant les véritables caractères des familles naturelles. Je ne caractériserai d'ailleurs que ceux sur lesquels j'ai pu recueillir actuellement des documents suffisants.

» *Esoces.* — Ce type, dont il faut distraire, comme je l'ai dit, les genres *Belone, Exocœtus* et *Hemiramphus*, est très-nettement caractérisé par la forme carrée et aplatie du crâne. Les frontaux principaux s'étendent sur la face supérieure presque entière, n'ont point de crêtes, et touchent à la fois aux frontaux postérieurs et aux mastoïdiens. Point de rocher. Les occipitaux externes et les mastoïdiens sont séparés par de larges fosses. Le palatin très-allongé est situé à côté du crâne et non en dessous comme chez les autres poissons. L'articulation de l'aile palatine avec les frontaux principaux se fait, non pas avec le palatin, mais avec le ptérygoïdien.

» *Characins.* — La famille des Characins a été séparée par Müller des Salmonides, et comprend les genres *Serra, Salmo, Myletes* et *Hydrocyon.* Le crâne présente une forme massive qui rappelle un peu celui des Cyprins.

(1) *Comptes rendus,* t. LXXIII, p. 302 et 1345. — 2e semestre, 1871.

(2) *Voir* les Mémoires précédents.

Les intermaxillaires sont articulés au crâne d'une manière immobile, tantôt avec l'ethmoïde, tantôt avec les frontaux principaux, rappelant, dans ce dernier cas, une particularité des vertébrés supérieurs. Chez plusieurs de ces poissons, d'après Müller, les intermaxillaires et les maxillaires supérieurs seraient soudés ensemble; mais ce caractère n'est pas général. Les frontaux principaux sont en contact avec les frontaux postérieurs et avec les mastoïdiens. Les frontaux postérieurs font suite immédiatement aux frontaux principaux, et ne sont pas placés sur un plan inférieur. Les pariétaux ne sont pas toujours séparés l'un de l'autre par l'interpariétal; mais, même dans ce cas, ils ne s'appliquent point l'un contre l'autre et restent toujours écartés. Il est probable que dans leur écartement se trouve un prolongement cartilagineux de l'interpariétal, fait que je n'ai pu vérifier sur les squelettes. L'interpariétal porte d'ailleurs une crête plus ou moins élevée, qui fait saillie sur la face supérieure du crâne.

» *Clupées.* — Le crâne dans la famille des Clupées, réduite aux genres *Clupea*, *Alosa*, *Engraulis*, *Chirocentrus*, *Glossodon*, a, quand on le considère par sa face supérieure, la forme d'un triangle isoscèle très-allongé et dont la base, formée par la région occipitale, est assez petite. Les pariétaux sont unis sur la ligne médiane et séparent complétement les frontaux principaux de l'interpariétal. L'interpariétal, qui termine le crâne en arrière, ne porte qu'une crête tout à fait rudimentaire. Les frontaux antérieurs et les frontaux postérieurs sont complétement exclus de la face supérieure du crâne; et l'apophyse post-orbitaire des frontaux postérieurs est très-abaissée. Les occipitaux externes, séparés par l'interpariétal, sont placés en arrière des mastoïdiens, et forment une saillie assez marquée sur la face postérieure du crâne. De cette façon, la ligne brisée qui termine le crâne en arrière présente la forme tout à fait caractéristique d'un angle rentrant.

» La famille des Clupées, telle que Cuvier l'avait établie, contenait un grand nombre de genres qui en ont été ultérieurement séparés. Sans parler ici des Polyptères et des Lépidostées, qu'Agassiz a séparés avec tant de raison des poissons osseux pour les rattacher au type des Ganoïdes, il y reste encore un très-grand nombre de genres dont la place est douteuse. Je n'ai pu malheureusement en étudier qu'un seul, le *Sudis* ou *Arapaima*, qui se rattache manifestement à un type tout autre que celui des Clupées; mais doit-on le placer en dehors des poissons osseux ordinaires et parmi les Ganoïdes, ainsi que le propose M. Vogt? C'est une question que je réserve pour un travail ultérieur.

» *Gadoïdes.* — Le crâne des Gadoïdes présente, comme celui des Clupées,

une face supérieure en forme de triangle isoscèle; seulement la base en est beaucoup plus élargie, par suite de l'énorme développement du rocher : fait absolument caractéristique. Les frontaux principaux sont complétement séparés des mastoïdiens par l'interposition des frontaux postérieurs, qui entrent ainsi dans la composition de la face supérieure du crâne. Le crâne est tantôt garni de crêtes, et tantôt en est dégarni : fait d'autant plus remarquable que certains types peuvent être nettement définis par l'arrangement des crêtes.

» *Pleuronectes*. — Tous les naturalistes connaissent le défaut de symétrie du crâne des Pleuronectes, défaut de symétrie qui résulte de la torsion de la plupart des os qui le composent, et aussi l'écartement partiel des frontaux principaux, d'où résulte la formation d'une cavité orbitaire destinée à recevoir l'œil qui se déplace. En dehors de ces faits, le crâne des Plectognathes est encore caractérisé par l'existence d'une crête médiane qui s'étend depuis l'orbite résultant de l'écartement des frontaux jusqu'à la région occipitale, et qui est formée d'abord par le relèvement du bord interne de ces frontaux, et ensuite par une crête de l'interpariétal. Les pariétaux et les occipitaux externes bordent le crâne des deux côtés, dans la région postérieure. Les frontaux postérieurs et les mastoïdiens sont placés au-dessous de l'extrémité postérieure des frontaux principaux, des pariétaux et des occipitaux externes.

» *Blennioïdes*. — Chez les Blennioïdes, qu'Agassiz a séparés des Gobioïdes et auxquels doit se rattacher l'*Anarrichas*, les frontaux s'unissent sur la ligne médiane et présentent, vers le milieu de leur parcours, une petite éminence latérale qui sert à l'insertion d'un ligament post-orbitaire, de telle sorte qu'ils forment en arrière de l'orbite une véritable fosse temporale, disposition analogue à celle que l'on observe chez les Murénoïdes. En arrière du ligament post-orbitaire, le crâne est très-rétréci, et se termine supérieurement par une véritable crête sagittale. Les frontaux postérieurs sont très-abaissés. Les mastoïdiens se continuent, de chaque côté, avec les frontaux principaux, et la crête sagittale se bifurque de manière à former deux crêtes qui se prolongent sur les mastoïdiens. La face postérieure du crâne, qui commence immédiatement après les frontaux principaux, est formée par l'interpariétal et par les pariétaux dont le développement est considérable.

» *Gymnodontes*. — Ce type est assez difficile à définir, par suite de la diversité des formes sous lesquelles il se présente, et qui en font une famille par chaîne, plutôt qu'une famille en groupe. On voit, en effet, que

l'ethmoïde, très-allongé chez quelques-uns, disparaît plus ou moins complétement chez d'autres, comme les Diodons, et qu'il en est de même des frontaux antérieurs. Toutefois, on peut encore chez eux constater quelques caractères communs : l'absence de crêtes sur la face supérieure du crâne; l'existence des frontaux postérieurs sur cette face supérieure; l'union des frontaux principaux et des mastoïdiens, et enfin, détail tout à fait caractéristique, l'union des occipitaux externes et des mastoïdiens, d'où résulte qu'il n'y a que trois crêtes dans la région occipitale : une moyenne formée par l'interpariétal, et deux latérales formées par les occipitaux externes. Le palatin et le ptérygoïdien interne s'articulent tous les deux avec le crâne d'une manière immobile, et les frontaux antérieurs, lorsqu'ils existent, ne s'articulent pas avec le palatin, mais avec le ptérygoïdien externe.

» Le *Triodon* diffère notablement des autres Gymnodontes, et forme par conséquent un type à part, quoique voisin.

» *Fistulaires.* — Le type des Fistulaires est caractérisé tout d'abord par l'allongement extrême de la région de la tête qui précède la cavité crânienne : les frontaux principaux, très-allongés et soudés entre eux, sont précédés par un ethmoïde excessivement long, lequel est lui-même précédé par un vomer également assez long. Cet allongement des os antérieurs du crâne s'accompagne d'un allongement considérable de l'aile temporale; donc les trois os principaux, temporal, tympanique et jugal, sont soudés au sphénoïde dans toute leur étendue. Au contraire, les mâchoires et l'aile palatine sont fort petites. L'aile palatine s'unit au vomer non-seulement par le palatin, mais aussi par le ptérygoïdien interne. Les frontaux antérieurs sont très-écartés des palatins. La boîte crânienne, très-petite, ne porte pas de véritable crête. Les frontaux principaux s'unissent aux mastoïdiens et aux frontaux postérieurs. Les occipitaux externes présentent de très-grands prolongements osseux, qui s'étendent dans la région dorsale et sont l'exagération d'une disposition qui se rencontre chez les Mugiloïdes. »

GÉOLOGIE. — *Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin.* Mémoire de **M. F. Fouqué**, présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux, Hervé-Mangon.)

« Les procédés mécaniques et chimiques employés jusqu'à ce jour pour séparer les éléments cristallins des laves sont, dans la plupart des cas,

insuffisants pour atteindre ce but; aussi se contente-t-on souvent de l'analyse en bloc ou immédiate de ces roches. J'ai trouvé les procédés, particulièrement inapplicables aux laves de Santorin, dont les cristaux intégrants sont, les uns, quoique visibles encore, d'une très-grande ténuité, les autres entièrement microscopiques.

» Les perfectionnements que je propose sont susceptibles d'un emploi général. L'application que j'en ai faite aux laves de Santorin en démontre toute l'efficacité.

» Le procédé mécanique nouveau, que j'ai été conduit à adopter, consiste dans l'emploi d'un puissant électro-aimant mis en action par plusieurs forts éléments Bunsen (6 à 8). Lorsque la roche, réduite en grains de grosseur déterminée, est soumise à cet appareil, tous les éléments ferrugineux, cristallins ou nitreux qu'elle contient se trouvent rapidement enlevés, et l'on obtient une poudre blanche très-pure, composée uniquement des éléments feldspathiques de la matière. Quand la même variété de roche contient en même temps deux feldspaths, comme c'est le cas pour les laves de Santorin, ces feldspaths sont généralement en cristaux de dimensions tellement différentes que, en opérant sur la roche réduite en grains de dimensions diverses, on peut arriver à obtenir à l'état d'isolement celle des deux espèces feldspathiques qui offre les cristaux les plus volumineux, et en second lieu celle qui se trouve en cristaux microscopiques. La question de la séparation de ces feldspaths est encore plus simple lorsqu'ils sont très-inégalement attaquables par l'acide chlorhydrique, comme cela a lieu par exemple pour l'anorthite et les autres feldspaths.

» Le procédé chimique nouveau dont je recommande l'usage n'est autre que l'emploi de l'acide fluorhydrique concentré. Cet acide dissout très-promptement la partie vitreuse et les feldspaths de la roche, et abandonne une poudre composée de cristaux de fer oxydulé, de pyroxène et de péridot. Le fer oxydulé est enlevé facilement de ce mélange à l'aide d'un barreau faiblement aimanté. Quant au pyroxène et au péridot, leur différence de coloration est telle qu'un triage fait avec une forte loupe suffit pour les isoler. On peut d'ailleurs avoir recours à l'emploi de l'acide sulfurique faible qui attaque le péridot en respectant le pyroxène.

» Ainsi, en somme, l'emploi combiné de ces deux perfectionnements permet d'isoler tous les éléments cristallins ordinaires des laves.

» La matière amorphe seule ne peut être obtenue au même état de pureté; mais les procédés précédents permettent encore, pour ainsi dire, de la concentrer, en la dépouillant de la majeure partie des cristaux aux-

quels elle est alliée, et d'arriver, par suite, à des données intéressantes sur sa composition.

» Les cristaux très-petits, isolés par les méthodes ci-dessus indiquées, sont en outre, plus purs que les cristaux plus volumineux dont la séparation est parfois possible, et donnent, par conséquent, des résultats plus nets à l'analyse chimique.

» En appliquant ces procédés aux diverses variétés de laves récentes de Santorin, j'ai pu démontrer dans ces roches l'existence de trois espèces feldspathiques et de plusieurs variétés de pyroxène et de péridot.

» La lave commune de la dernière éruption renferme de l'albite, du labrador et quelquefois un peu d'anorthite; elle possède en outre un pyroxène remarquable par sa teneur élevée en protoxyde de fer, un péridot, du fer magnétique et une matière amorphe plus riche en silice que l'albite, dont elle se rapproche du reste beaucoup par sa composition.

» La lave en rognons et la matière cristalline des druses renfermées dans la lave commune contiennent de l'anorthite, et chacune un pyroxène et un péridot différents de ceux qui appartiennent en propre à la lave qui les renferme. Les deux pyroxènes, tous les deux très-riches en chaux, sont inégalement riches en magnésie et en protoxyde de fer. Les deux péridots diffèrent surtout par leur teneur en protoxyde de fer (1).

» Les chiffres qui représentent la composition de toutes ces substances sont indiqués en détails dans le Mémoire ci-joint. J'ai l'honneur de présenter en même temps à l'Académie un certain nombre d'épreuves micrographiques, qui montrent bien la structure des laves de Santorin et les formes pseudocristallines des inclusions à bulles de gaz qui s'y observent dans les différents cristaux.

» En somme, mon Mémoire, dont la présente Notice est un extrait, contient :

» 1° L'indication d'un procédé mécanique nouveau pour la séparation des éléments cristallins des roches;

» 2° L'indication d'un procédé chimique également nouveau et concourant au même but;

» 3° Le résumé succinct des résultats les plus saillants fournis par l'application de ces deux procédés aux laves récentes de Santorin. »

---

(1) Ces deux dernières matières contiennent, en outre, une proportion considérable de sphènes en cristaux relativement volumineux.

M. DE WISSOCQ adresse une Note intitulée : « Considérations sur l'utilité du sulfure de calcium et de l'hydrogène sulfuré ».

Suivant l'auteur, le sulfure de calcium enterré au pied des vignes doit avoir pour effet de détruire le *Phylloxera*, en donnant naissance à de l'acide sulfhydrique, grâce à l'humidité du sol et aux dégagements lents d'acide carbonique qui s'y produisent. Il ferait également périr les vers et les insectes nuisibles dont il est souvent si difficile de débarrasser les champs et les cultures maraîchères : l'auteur indique comment il conviendrait d'en modifier l'emploi pour les diverses circonstances qui pourront se présenter. Enfin M. de Wissocq pense que l'emploi du sulfure de calcium pourrait être tenté pour la destruction des miasmes, ou des agents de transmission des épidémies ; il insiste sur l'inconvénient que présentent les désinfectants ordinairement introduits dans les fosses d'aisances (sulfate ou chlorure de fer), qui, en détruisant l'acide sulfhydrique, permettent la production de miasmes plus dangereux.

Cette Note sera transmise à la Commission du *Phylloxera*.

CORRESPONDANCE.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une carte géologique du département de la Savoie, publiée par MM. *Lory*, *Pillet* et l'abbé *Vallet* ;

2° Une carte magnétique de l'Italie et des mers italiennes ; par M. *Diamilla-Muller* ;

3° Un « Essai sur l'œuvre de Léonard de Vinci », transmis à l'Académie par M. le prince Boncompagni ;

4° Un « Traité de Viticulture et d'Œnologie » ; par M. *C. Ladrey*.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphémérides de la planète* (125), *découverte à l'Observatoire de Paris, par* M. HENRY, *calculés par* M. G. LEVEAU. Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« Les éléments ci-dessous ont été déduits d'observations faites à Paris, le 12 septembre, le 30 septembre et le 19 octobre.

Époque : 1872, Septembre 12,0, temps moyen de Greenwich.

$$
\begin{aligned}
M_0 &= 64^\circ.45'.54'' \\
\pi &= 251.10.25 \\
\Omega &= 171.\ 9.43 \\
i &= 6.\ 4.48 \\
\varphi &= 20.17.20 \\
\log\mu &= 670'',99 \\
\log a &= 0,482\ 19
\end{aligned}
\quad \left.\begin{matrix}\pi\\ \Omega\\ i\end{matrix}\right\} \text{Écliptique de } 1872,0.
$$

» Ces éléments accusent une excentricité très-forte ; la plus grande connue jusqu'ici était celle de (33), Polymnie, dont la valeur est de 19°52′.

» Nous ferons cependant remarquer que ces éléments ne reposant que sur trois observations, les seules que nous ayons pu nous procurer, sont nécessairement empreints de l'indétermination que l'on rencontre habituellement dans le cas des faibles inclinaisons et de trois observations.

» A l'aide de ces éléments, j'ai calculé, pour le midi moyen de Greenwich, l'éphéméride suivante, dont les positions sont rapportées à l'équinoxe de 1872,0.

Temps moy. de Greenwich. 1872.	Ascension droite.	Distance polaire.	log Δ.	Temps moy. de Greenwich. 1872.	Ascension droite.	Distance polaire.	log Δ.
	h m s	° ′			h m s	° ′	
Nov. 2,0	23.30.45	95.16,2	0,375	Nov. 21,0	23.32. 4	95.20,5	0,426
3,0	23.30.38	95.17,8	0,378	22,0	23.32.19	95.19,3	0,429
4,0	23.30.33	95.19,2	0,380	23,0	23.32.36	95.18,0	0,432
5,0	23.30.28	95.20,4	0,383	24,0	23.32.54	95.16,6	0,435
6,0	23.30.25	95.21,5	0,386	25,0	23.33.13	95.15,1	0,437
7,0	23.30.24	95.22,5	0,388	26,0	23.33.33	95.13,4	0,440
8,0	23.30.23	95.23,3	0,391	27,0	23.33.54	95.11,6	0,443
9,0	23.30.24	95.23,9	0,394	28,0	23.34.16	95. 9,7	0,445
10,0	23.30.25	95.24,4	0,396	29,0	23.34.39	95. 7,7	0,448
11,0	23.30.29	95.24,8	0,399	30,0	23.35. 3	95. 5,5	0,451
12,0	23.30.33	95.25,0	0,402	Déc. 1,0	23.34.28	95. 3,2	0,453
13,0	23.30.38	95.25,0	0,405	2,0	23.35.54	95. 0,9	0,456
14,0	23.30.45	95.24,9	0,407	3,0	23.36.21	94.58,4	0,459
15,0	23.30.53	95.24,7	0,410	4,0	23.36.49	94.55,8	0,461
16,0	23.31. 2	95.24,3	0,413	5,0	23.37.18	94.53,1	0,464
17,0	23.31.12	95.23,8	0,415	6,0	23.37.46	94 50,2	0,467
18,0	23.31.23	95.23,2	0,418	7,0	23.38.18	94.47,3	0,469
19,0	23.31.36	95.22,4	0,421	8,0	23.38.50	94.44,3	0,472
20,0	23.31.49	95.21,5	0,424				

» La planète est très-difficile à observer ; nous prions MM. les astro-

nomes, munis de puissants instruments, de vouloir bien la suivre et de nous communiquer leurs résultats. »

ANALYSE. — *Mémoire sur la théorie des équations à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes; par* **M. MAURICE LÉVY.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

I.

« Le principal but de ce travail est de trouver d'une manière générale toutes les intégrales des équations à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes qu'il est possible d'obtenir moyennant l'intégration d'équations, à différences ordinaires. Ce problème comprend évidemment, comme cas particulier, celui qui aurait pour objet la découverte des intégrales de la première classe d'Ampère, dont la théorie, bien que très-incomplète encore, a fait, dans ces derniers temps, de remarquables progrès, grâce aux belles recherches de MM. Moutard et Darboux.

» La solution du problème général tel que je le pose se trouve dans les propositions suivantes :

» THÉORÈME I. — *Les intégrales les plus générales des équations à différences partielles du second ordre, qu'il soit possible d'obtenir moyennant l'intégration de k systèmes successifs d'équations à différences ordinaires comprenant chacun un nombre quelconque d'équations avec un pareil nombre de fonctions inconnues, sont celles dont les arbitraires relatives à l'une des caractéristiques de l'équation différentielle proposée* (*) *n'entrent sous aucun signe d'intégration partielle, celles relatives à l'autre caractéristique pouvant être engagées sous de tels signes ou généralement se présenter d'un façon quelconque.*

» *La proposition subsiste dens le cas où les deux caractéristiques sont les mêmes. Les deux fonctions arbitraires de l'intégrale, si elle est générale, doivent, dans ce cas, apparaître* distinctes, *l'une d'elles étant hors de tout signe d'intégration partielle, l'autre pouvant être engagée sous de tels signes.*

« THÉORÈME II. — *Inversement, toutes les fois qu'une équation à différences partielles du second ordre admet une intégrale de la forme qui vient d'être définie, elle peut être intégrée, c'est-à-dire que son intégration peut* effectivement

(*) J'appellerai toujours caractéristiques d'une équation différentielle partielle les quantités dont dépendent les fonctions arbitraires qui entrent dans son intégrale.

être ramenée à celle de k systèmes successifs d'équations à différences ordinaires.

» Théorème III. — *Le nombre k des systèmes à intégrer est toujours et invariablement égal à* trois; *en sorte que la seule chose qui varie d'une intégrale à l'autre, c'est le nombre des équations que comprend chacun des trois systèmes à intégrer.*

II.

« J'appellerai *intégrale générale mixte* toute intégrale générale dont les arbitraires relatives à l'une des caractéristiques seulement sont dégagées de tout signe d'intégration partielle, réservant, avec Ampère, la désignation d'intégrale de la première classe aux intégrales générales ou particulières dont toutes les fonctions arbitraires sont en dehors de tels signes.

« Soient X, X_1, X_2 trois fonctions de x, y, z, c'est-à-dire des variables indépendantes de la fonction inconnue de l'équation à différences partielles proposée, de ses caractéristiques α et β et des arbitraires relatives à chacune de ces caractéristiques. Les arbitraires qui entrent dans X sont supposées dégagées de tout signe d'intégration partielle; dans X_1 et X_2, les arbitraires relatives à β sont seules censées dégagées de tels signes, celles relatives à α étant supposées de forme quelconque. Enfin, représentons par U une fonction de x, y, z de β et δ arbitraires de β non engagées sous des signes d'intégration partielle, U ne contenant aucune quantité relative à α. »

» Je démontre les propositions suivantes :

» Théorème IV. — *Une intégrale générale mixte d'une équation à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes peut être représentée par trois équations*

$$X_1 = 0, \quad X_2 = 0,$$

$$\frac{dX_1}{d\alpha}\frac{dX_2}{d\beta} - \frac{dX_2}{d\alpha}\frac{dX_1}{d\beta} = 0,$$

dont la dernière a pour premier nombre le déterminant fonctionnel des premiers membres des deux autres relatif aux caractéristiques α et β de l'équation différentielle donnée, toutes les fois *que les dérivées partielles du premier ordre au moins de la fonction inconnue sont* homogènes *à l'intégrale relativement à celle des deux caractéristiques dont les arbitraires n'entrent sous aucun signe d'intégration partielle* (*). (Ici c'est β.)

» *En outre, les deux premières des équations intégrales représentent alors à elles seules une intégrale de la proposée, si l'on y regarde comme de simples constantes toutes les quantités dépendant de cette même caractéristique β.*

» Théorème V. — *Une intégrale générale de la première classe d'une équation à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes*

(*) Le mot *homogène* est pris ici dans le sens que lui attribue Ampère.

peut se mettre sous la forme de trois équations

$$X = 0, \quad \frac{dX}{d\alpha} = 0, \quad \frac{dX}{d\beta} = 0,$$

dont les deux dernières sont les dérivées partielles de la première relativement aux caractéristiques α et β de la proposée, toutes les fois *que les dérivées partielles du premier ordre au moins de la fonction inconnue sont homogènes à l'intégrale à la fois relativement à α et relativement à β.*

» *En outre, la première des équations intégrales représente à elle seule une intégrale de la proposée si l'on regarde toutes les arbitraires qui y entrent comme de simples constantes.*

» *Les deux premières représentent à elles seules une intégrale de la proposée si l'on y regarde β et les arbitraires dépendant de cette quantité comme de simples constantes.*

» *Enfin, la première et la troisième représentent de même une intégrale si l'on y regarde α et les arbitraires qui en dépendent comme de simples constantes.*

» Théorème VI. — *Une intégrale particulière de la première classe d'une équation à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes peut se mettre sous la forme de deux équations*

$$U = 0, \quad \frac{dU}{d\beta} = 0,$$

toutes les fois que les dérivées partielles du premier ordre au moins de la fonction inconnue sont homogènes à l'intégrale relativement à la quantité β dont dépendent les arbitraires qui entrent dans l'intégrale.

» *En outre, la première de ces équations représente à elle seule une intégrale de la proposée, si l'on y regarde toutes les arbitraires qui en dépendent comme de simples constantes.*

« La première partie de cette dernière proposition a déjà été donnée par Ampère; mais la démonstration de l'illustre géomètre repose sur une hypothèse qui ne se réalise pas toujours, ni même en général. Elle suppose que U est de la forme

$$\text{(C)} \qquad F\left(x, y, z, \beta, B, \frac{dB}{d\beta}, \frac{d^2B}{d\beta^2}, \ldots, \int \lambda B\, d\beta, \ldots\right),$$

où B est une fonction arbitraire et λ une fonction déterminée de β. Or cette forme est loin d'être générale, et la première difficulté à résoudre, en abordant l'étude des intégrales sur lesquelles portent les propositions précédentes, *c'est de trouver les conditions les plus générales moyennant lesquelles un nombre fini m de fonctions arbitraires de β,*

$$B, B_1, B_2, B_3, \ldots, B_{m-1},$$

découlant toutes de l'une d'elles B, *de façon à être déterminées quand on donne à celle-ci une forme déterminée et dont aucune n'entre sous un signe d'intégration partielle, peuvent coexister dans une intégrale générale ou particulière d'une équation à différences partielles*

du second ordre, dans laquelle, d'ailleurs, les arbitraires relatives à la seconde caractéristique α, si l'intégrale est générale, se présentent sous une forme quelconque.

» Le cas le plus élémentaire, celui qui se présente dans les intégrales de l'équation de Laplace, dans l'intégrale de l'équation de M. Liouville et qui a été particulièrement étudié par M. Moutard pour les équations dont les caractéristiques α et β sont des fonctions *explicites* de x, y, z, est celui où les arbitraires $B_1, B_2, B_3, \ldots$ sont simplement des dérivées $\frac{dB}{d\beta}, \frac{d^2B}{d\beta^2}, \frac{d^3B}{d\beta^3}, \ldots$ de B. Eh bien, je démontre que le cas le plus général possible consiste, quelle que soit d'ailleurs l'expression des caractéristiques, en ceci :

» *Il faut supposer dans les équations intégrales, non pas une seule fonction arbitraire* B *de* β, *accompagnée d'un certain nombre d'autres fonctions qui en soient issues « par voie de dérivation ou d'intégration », mais* deux *fonctions arbitraires* B *et* C, *accompagnées* chacune *d'un nombre fini de ses dérivées, ces deux fonctions étant liées entre elles par une équation de la forme*

$$(e) \qquad W\left(\beta, B\frac{dB}{d\beta}, \frac{d^2B}{d\beta^2}, \ldots, \quad C\frac{dC}{d\beta}, \frac{d^2C}{d\beta^2}, \ldots\right) = 0,$$

de telle façon que, si l'on donne à l'une des deux fonctions B *ou* C *une forme déterminée, l'autre se détermine par l'intégration de l'équation à différences ordinaires* (e). *C'est cette relation qui définit de la façon la plus précise à la fois et la plus générale la manière dont m fonctions arbitraires, dégagées de tout signe d'intégration partielle, peuvent coexister dans une intégrale générale ou particulière d'une équation du second ordre.*

» C'est à cette définition qu'il faut revenir *constamment* quand on veut étudier les intégrales dont il s'agit.

» C'est bien ainsi (et c'est le seul exemple complet que je connaisse, tous les autres rentrant dans la définition particulière d'Ampère) que se présente l'intégrale de l'équation du second ordre dont dépendent les surfaces de M. Weingarten, intégrale que, dans son beau Mémoire sur la déformation des surfaces, M. Bonnet donne par des considérations géométriques d'une suprême élégance et d'une extrême simplicité.

III.

» Non-seulement les solutions subsidiaires qui, en vertu des propositions IV, V et VI, accompagnent les intégrales mixtes ou de la première classe appartiennent à l'équation du second ordre proposée, mais je montre qu'elles appartiennent aussi à toute équation à différences partielles, *si élevé qu'en soit l'ordre*, avec laquelle celle-ci admet une intégrale commune avec une fonction arbitraire, c'est-à-dire à ces équations d'ordre supérieur si heureusement introduites dans la théorie des équations du second ordre par M. Darboux.

» Enfin, dans les cas critiques analogues à ceux signalés dans la théorie des équations du premier ordre par M. Bertrand et résolus d'une façon si lumineuse par M. Serret, elles remplissent un rôle semblable à celui que la théorie de M. Serret assigne alors aux solutions *complètes*, ce qui montre, pour le dire en passant, que cette belle théorie a ses racines s'étendant bien au delà du premier ordre, et permet de prévoir qu'elle embrassera généralement toutes les intégrales *exprimables* par équations à différences ordinaires, quel que soit l'ordre des équations différentielles partielles qui leur auront donné naissance.

» On voit donc qu'en tous points les solutions subsidiaires mises en lumière par nos trois dernières propositions possèdent ces précieuses qualités que Lagrange reconnaissait aux solutions *complètes* des équations du premier ordre, lorsqu'il disait que, « sous une forme simple, elles rem» plissent presque en entier les conditions de l'équation différentielle ». C'est pourquoi, et afin de les distinguer des solutions à cinq constantes arbitraires dites *complètes*, bien qu'elles n'aient à aucun degré le caractère des solutions complètes des équations du premier ordre, je les appelle des solutions *surcomplètes*, et j'indique à quels caractères on peut reconnaître si une solution particulière donnée renfermant soit un *nombre quelconque* de constantes arbitraires, soit à la fois une fonction et des constantes arbitraires, est *surcomplète*, c'est-à-dire à quelles conditions on peut, par la variation des constantes qu'elle renferme, en déduire tantôt une intégrale plus générale, tantôt l'intégrale générale de la proposée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air* (suite); *par* **M. Th. du Moncel.**

« Dans ma précédente Note sur les courants accidentels produits dans une ligne télégraphique dont une extrémité est isolée, je terminais en disant que, la cause excitatrice de ces courants dépendant des effets d'oxydation, des effets de polarisation et des effets calorifiques développés aux deux extrémités, le sens de ces courants peut être prévu en partant de quelques principes généraux. Ces principes sont les suivants :

» 1° Lorsque le milieu conducteur, intermédiaire entre deux plaques métalliques de même nature réunies par un fil, n'est pas également humide, il se produit un courant qui est dirigé, à travers le circuit extérieur, comme si la plaque en contact avec la partie la plus *sèche* du conducteur inter-

médiaire constituait un pôle positif. J'ai longuement parlé de ces courants dans mes deux Communications de 1861.

» 2° Lorsque l'une des lames a une surface beaucoup plus petite que l'autre, et que le milieu intermédiaire est homogène, tant dans sa composition chimique que sous le rapport de l'humidité, il se développe toujours un courant allant de la petite plaque à la grande à travers le circuit extérieur. J'ai également parlé plusieurs fois de ces courants dans mes deux Communications de 1861 et dans celles que j'ai envoyées l'an dernier à l'Académie sur l'influence des dimensions relatives des électrodes polaires dans les piles.

» 3° Lorsque l'on plonge deux lames métalliques de même surface dans un même milieu conducteur homogène, soit liquide, soit simplement humide, il se manifeste presque toujours un courant plus ou moins énergique, qui peut être éphémère ou persistant suivant la différence plus ou moins grande qui existe entre l'état physique des deux surfaces métalliques, et suivant la manière même dont l'immersion des lames a été faite. Si la surface de l'une des deux lames est plus propre à être oxydée que l'autre, ou moins apte à favoriser les effets de la polarisation, elle se constitue généralement positivement par rapport à l'autre, et joue par conséquent le rôle de la lame de zinc d'un couple voltaïque. Toutefois ces effets sont assez complexes et semblent quelquefois être, au premier abord, en contradiction avec ce principe, comme nous allons le voir. D'un autre côté, si l'une des lames est plongée dans le milieu humide avant l'autre, cette lame prend au premier moment une polarité électronégative par rapport au liquide, mais elle ne la conserve généralement pas, du moins quand les deux lames ont des surfaces bien homogènes.

» 4° Pour faire naître une force électromotrice entre deux lames métalliques identiques, plongées dans un même milieu humide, il suffit d'*agiter* l'une d'elles ou bien de l'*essuyer*, de la *décaper*, de la *chauffer* ou de la *refroidir*; mais c'est l'action du chauffage qui est généralement prédominante.

» 5° Avec des lames peu ou point attaquables, telles que des lames de platine, de cuivre, de plomb, d'étain, d'or et d'argent (1), l'agitation, l'essuyage et le décapage ont pour résultat de rendre électropositive la lame qui en subit les effets, et par conséquent de lui faire jouer le rôle d'une lame oxydable. La chaleur, au contraire, la rend électronégative, et,

(1) Pour ces deux derniers métaux seulement, l'agitation agit en sens inverse du décapage et de l'essuyage.

comme son action est prépondérante, elle a pour effet de reverser ou de renforcer les polarités déjà acquises. Le froid agit en sens inverse; toutefois il est des circonstances où cette action n'est pas durable, comme on va le voir.

» 6° Avec des lames très-oxydables, telles que des lames de zinc et de fer, et, exceptionnellement, avec des lames d'aluminium, les effets de la chaleur se produisent dans le même sens que précédemment; mais il arrive souvent qu'ils sont suivis d'une inversion dans le sens du courant. Les effets de l'agitation, de l'essuyage et du décapage s'effectuent en sens opposé, c'est-à-dire dans le même sens que ceux de la chaleur. Toutes ces actions ont donc pour résultat de rendre électronégative la lame qui en subit les effets, et par conséquent de lui faire jouer le rôle de pôle positif.

» Les expériences que j'ai entreprises pour étudier ces différents effets ont été faites avec le galvanomètre sensible dont j'ai parlé dans mes deux dernières Communications, et en employant tantôt de la poudre de grès humectée d'eau, tantôt de l'eau pure ou une solution de sulfate de cuivre, tantôt même le sol terrestre. En ayant recours au renversement des polarités par l'effet de l'agitation ou du décapage, je pouvais avec un peu de précaution disposer l'expérience de manière à n'obtenir aucune déviation sur mon galvanomètre, et dans ce cas je pouvais étudier plus distinctement les effets que je voulais analyser, surtout ceux du chauffage. Comme les effets produits par l'immersion d'une lame chauffée ne sont que momentanés, j'ai voulu les étudier d'une manière plus complète, en maintenant l'action de la flamme d'une lampe à alcool sur mes électrodes : pour cela, je recourbais celles-ci à angle droit, de manière qu'une partie plongeât dans le milieu humide, et que l'autre partie avançât assez en dehors du récipient pour qu'on pût la chauffer.

» En chauffant séparément les lames et les replongeant chaudes dans le milieu humide, on obtient toujours, comme je l'ai déjà dit, une forte déviation positive, c'est-à-dire une déviation agissant comme si la plaque chauffée constituait un pôle positif; en conséquence, si l'aiguille du galvanomètre indique une déviation négative, résultant d'une autre réaction, l'effet est immédiatement renversé; mais il ne dure pas, et généralement la déviation revient, avec le refroidissement, du côté où elle s'était primitivement manifestée. Quelquefois cependant, quand la cause qui a déterminé cette déviation n'est pas très-énergique, la chaleur fait conserver aux lames les polarités relatives qu'elles ont prises sous son influence, mais à un degré moindre.

» Si l'échauffement de la lame est continu, des effets assez complexes se produisent; au début, la déviation galvanométrique indique presque toujours la présence d'un courant allant, à travers le circuit extérieur, de la lame chauffée à la lame froide, si toutefois la nature des lames ne détermine aucun courant; ou bien elle indique un amoindrissement du courant produit, quand la lame chauffée a une polarité contraire fortement prononcée. Cet effet augmente successivement jusqu'à la déviation maxima que peut fournir le galvanomètre; mais quelquefois la déviation s'arrête à un certain degré, pour revenir sur ses pas et repasser de l'autre côté du galvanomètre, où elle augmente alors successivement. Généralement ce retour s'effectue au bout d'un quart d'heure d'échauffement. Naturellement le refroidissement entraîne l'affaiblissement de ces déviations, et, quand il est complet, il arrive le plus souvent que les polarités primitives des deux lames se trouvent renversées. Quand le milieu humide interposé entre les lames est du sable à peine humide, ces effets se compliquent d'une nouvelle action, qui est la conséquence du desséchement du sable autour de la lame chauffée, et il en résulte que le mouvement ascensionnel de l'aiguille s'arrête brusquement pour donner lieu à une décroissance rapide de la déviation, qui continue jusqu'à zéro bien qu'on ne cesse pas de chauffer. Dans ce cas, le refroidissement produit une nouvelle déviation, qui tient à ce que les couches de sable voisines de celles qui ont été desséchées communiquent successivement à ces dernières le peu d'humidité qu'elles possèdent; mais cette déviation, qui peut parfois être assez considérable, diminue à son tour avec le refroidissement.

» Quand on répète les expériences précédentes avec le soleil et deux plaques, dont l'une est enfouie dans le sol et l'autre appliquée sur un pavé plus ou moins humide, un courant se développe toujours dans le circuit en rapport avec ces plaques, et sa direction varie suivant le degré d'humidité du pavé. S'il est relativement sec, la plaque qui appuie sur lui est négative et joue le rôle de pôle positif; l'inverse a lieu dans le cas contraire; mais, dans les deux cas, l'action du soleil sur la plaque extérieure s'effectue en sens inverse. Quand la plaque joue le rôle de pôle positif, le soleil a pour effet d'augmenter d'abord la déviation, puis de la diminuer, et par conséquent de tendre à renverser cette polarité; l'ombre exerce un effet opposé. Quand la plaque joue le rôle de pôle négatif, le soleil ne semble pas augmenter, comme précédemment, la déviation négative dans les premiers instants, mais il la diminue franchement, et l'ombre la rétablit dans ses premières conditions. Pour obtenir ces effets opposés, il suffit

de passer, sur le pavé qui a fourni la déviation positive, un linge légèrement humecté; la déviation change immédiatement de signe. Ainsi une plaque de zinc qui sur un pavé à peu près sec avait fourni, à l'ombre d'un parapluie, une déviation positive de + 25 degrés, en a provoqué une de + 27 degrés au moment où les rayons solaires ont commencé à le frapper, pour redescendre ensuite à + 20 degrés au bout de dix minutes; la température au soleil n'était pourtant que de 23 degrés. Quand ce pavé a été mouillé avec un linge humide, cette déviation est devenue négative et a pu atteindre 75 degrés à l'ombre. Elle est ensuite tombée à 50 degrés au bout de dix minutes sous l'influence solaire, pour remonter à 80 degrés aussitôt qu'elle a été mise de nouveau à l'ombre du parapluie. Ce qui est curieux, c'est que l'intermédiaire d'une forte planche de bois sec, entre le pavé et le zinc, n'a pas fait changer ces résultats d'une manière sensible : ainsi une déviation de — 15 degrés s'est trouvée réduite à — 13 degrés avec le soleil, et est revenue à — 18 degrés en dix minutes, quand l'ombre a été projetée sur elle. »

OPTIQUE. — *Photomètre fondé sur la sensation du relief.* Note de **M. P. Yvon.**

« Soient deux surfaces planes et blanches, perpendiculaires entre elles et placées de façon que leur arête d'intersection soit verticale : c'est la disposition que l'on peut réaliser, par exemple, en pliant une feuille de papier ou une carte en deux moitiés, qu'on laissera à angle droit, et la plaçant sur une table de manière que l'arête soit perpendiculaire à la table. Si l'observateur se place à une certaine distance, son œil étant dans le prolongement du plan bissecteur de l'angle dièdre, et qu'il regarde l'arête au travers d'un tube noirci intérieurement, il obtient la sensation du relief tant que les deux faces sont inégalement éclairées; dès que l'éclairement des deux faces devient exactement le même, il ne voit plus qu'un cercle dont la surface lui paraît rigoureusement plane.

» Pour comparer entre elles les intensités de deux sources lumineuses, de même couleur, on dispose l'une des sources dans une direction normale à l'une des faces de l'angle, l'autre source dans une direction normale à l'autre face : il est évident que chaque source éclaire seulement l'une des faces, à l'exclusion de l'autre. L'observateur étant placé comme il a été indiqué, il suffit de faire varier la distance de l'une des sources à la face qu'elle éclaire, l'autre restant fixe, jusqu'à ce que l'œil obtienne la sensation d'un cercle absolument plan. On mesure alors la distance de chaque

source à la face correspondante, et la loi de la raison inverse des carrés des distances donne le rapport des intensités.

» La disposition dont il s'agit peut évidemment être réalisée avec deux surfaces planes de nature quelconque; on peut employer, par exemple, un prisme rectangulaire en porcelaine ou en toute autre substance. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action d'un couple cuivre-cadmium sur une solution de sulfate de cadmium.* Note de **M. F. Raoult.**

« Dans une solution du sulfate de cadmium très-légèrement acidulée et privée d'air, on plonge une lame de cuivre et une lame de cadmium assez courtes pour être complétement immergées; puis on verse sur la solution une couche d'huile. Tant que les deux lames ne se touchent pas, il ne se produit rien de particulier : le cadmium seul est faiblement attaqué, avec dégagement d'hydrogène; quant au cuivre, il ne subit aucune altération, et après plusieurs jours il a la même couleur et le même aspect qu'au premier moment de l'immersion. Les choses se passent autrement dès que, par un mouvement convenable du vase, on a établi le contact entre les deux lames cadmium et cuivre; alors du cadmium se dépose sur le cuivre, le blanchit et lui donne, après moins d'un jour, l'aspect d'une lame de cadmium.

» Dans cette expérience, le sulfate de cadmium est donc réduit par un couple cuivre-cadmium. C'est un effet curieux, dont l'explication me paraît actuellement difficile. »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Formules pour les lois de teinture.* (*Numéros des nuances chevreuliennes liés aux doses d'agents générateurs*); *par* **M. P. Havrez** (1).

« 1. On sait que, à l'aide de l'atlas chromatique de M. Chevreul, on distingue une nuance à l'aide de sa *couleur* (72 types), de son *intensité* (20 tons), et de son *ternissement* (10 degrés de bruniture).

» *a.* Ainsi les numéros et signes suivants désignent 12 *couleurs* équidistantes comprises entre le Rouge et l'Orangé :

0 R, 1 R, 2 R, 3 R, 4 R, 5 R, 6 R = 0 RO, 1 RO, 2 RO, 3 RO, 4 RO, 5 RO, 0 O,

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus.*

et ainsi de suite entre o Orange et o Jaune, puis entre o Jaune et o Vert, o Vert et o Bleu, etc.

» *b*. Un chiffre, variant de 0 à 21, indique la *force* ou le *ton* de chacune de ces couleurs. Les sept premiers chiffres désignent des teintes claires ou pâles, les sept suivants les teintes moyennes, et les sept derniers des tons de plus en plus foncés (bruns) qui atteignent le noir au 21e ton.

» *c*. Les fractions $\frac{0}{10}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, ..., $\frac{9}{10}$ indiquent la dose de gris noir, qui salit (ou ternit, ou rabat) l'ensemble des nuances plus ou moins intenses.

» Ainsi trois chiffres désignent la *nuance*, l'*intensité*, la *bruniture* de chaque teinte et la définissent complétement. Cette notation est entièrement arithmétique.

» 2. Or la méthode expérimentale m'a conduit à reconnaître deux faits importants : 1° chaque nuance (couleur, ton, bruniture) résulte d'un ensemble *déterminé* de drogues (sels, dits mordants, et colorants) et de circonstances (durée, chaleur, etc.); 2° toute nuance éprouve une *variation régulière* quand une des circonstances génératrices vient à varier régulièrement.

» En d'autres termes, il y a une LIAISON entre les doses de drogues et la teinte produite, liaison analogue par sa nature et son importance à toutes les lois ou formules de physique, et qui n'était possible qu'après la constitution de la mesure des couleurs par M. Chevreul.

» J'ai constaté que cette liaison pouvait généralement être donnée par une relation algébrique représentant une hyperbole (ce qui, approximativement et entre certaines limites, correspond à une droite ou à une équation du 1er degré).

» Ainsi supposons qu'un ensemble de drogues donne une des NUANCES rouges o R, 1 R, 2 R, ..., 5 R, 6 R ou o RO, ..., et que, quand l'une des drogues, dont je désignerai par X la dose employée pour 100^p de laine pure, je suppose, est nulle, la nuance soit A Rouge, et, quand cette dose devient énorme ($X = \infty$), la nuance soit (A + B) Rouge. J'ai constaté expérimentalement que la nuance, quand la dose était X, pouvait presque toujours être exprimée comme suit, C étant une constante à déterminer par l'expérience

$$\left(A + \frac{BX}{C + X}\right) \text{Rouge}, \tag{1}$$

relation qui donne la nuance A Rouge quand $X = 0$, et la nuance $\left(A + \frac{B}{0 + 1}\right)$ Rouge si $X = \infty$.

» De même, quand la dose d'ingrédient, lorsqu'elle est très-petite ou nulle, correspond au TON initial T, puis qu'en augmentant elle l'accroît de plus en plus, jusqu'à le rendre égal à 21 (ton limite noir) en devenant infinie ($X = \infty$), l'intensité correspondant à la dose X quelconque est

$$(2) \qquad T + \frac{(21 - T)\,X^n}{a + X^n} = \text{le ton } t.$$

» Enfin des drogues BRUNISSENT de plus en plus : je citerai le bichromate agissant sur une laine imprégnée de cachou ou de bois bleu, rouge, etc Supposons qu'une dose $X = 0$ de cette drogue donne N degrés de bruniture, et qu'une dose énorme $X = \infty$ la porte jusqu'au noir = 10 degrés de brun, la bruniture pour une dose X intermédiaire sera généralement

$$(3) \qquad N + \frac{(10 - N)\,X^m}{b + X^m} = \text{la bruniture } n.$$

» Ainsi les trois relations (1), (2), (3) conviennent aux résultats limites $X = 0$ et $X = \infty$, et dans tous les cas où les accroissements de la dose X accroissent le chiffre de la couleur, le degré de ton et la bruniture. Les constantes a, b, c, n, m sont des nombres qui satisfont aux résultats de l'expérience quand on prend des doses X', X'',... de drogues.

» 3. On peut remplacer les relations hyperboliques qui précèdent par des lois linéaires plus simples, qui donnent, avec une approximation suffisante, les nuances, tons, etc., pour les doses $X = 0$ et $X = x$. Ainsi la loi ci-dessus (1) peut se remplacer par la relation plus simple, et où la variation est constante dès que x est fixé,

$$(4) \qquad \left(A + \frac{B}{c + x}\,X\right) \text{rouge} = (A + B'X) \text{ rouge}.$$

Cette nuance est celle donnée par la loi (1) quand $X = 0$ et quand $X = x$.

» On transformera de même en lois linéaires les formules (2) et (3) des tons et brunitures.

» Nous allons donner quelques applications, puis nous signalerons quelques relations entre les drogues et les nuances correspondantes qui s'éloignent des formules générales qui précèdent.

» 4. Comme premier exemple de relation entre la couleur et les doses d'agents générateurs, je citerai le *pourpre*, que 10^p de cochenille donnent à 100^p de grosse laine filée, dégraissée à l'ammoniaque, rincée, mordancée dans de l'eau distillée et en vase de verre par un bouillon de deux heures avec A^p d'alun mêlé à t^p de tartre, ou à T^p d'acide tartrique ou à S^p d'acide

sulfurique. Cette laine mordancée, ayant été rincée légèrement à l'eau distillée, puis bouillie avec 10^p de cochenille et de l'eau distillée en vase de verre, a pris la nuance générale

$$(1')\qquad \left(5,5 - 0,1\,A + \frac{16,7}{\frac{5}{S} \text{ ou } \frac{7}{T} \text{ ou } \frac{14}{t} + 1}\right) \text{violet.}$$

» Ce coefficient hyperbolique peut être transformé en linéaire approximative, d'après ce qui a été dit (3), et donner l'expression plus simple, et suffisamment exacte pour la pratique,

$$(4')\qquad \left(5,5 - 0,1\,A + \begin{cases} 1,58 \\ \text{ou } 1,4T \\ \text{ou } 0,7t \end{cases}\right) \text{violet.}$$

» Les relations (1') et (4') donnent exactement les mêmes résultats :

» 1° Pour S ou T ou $t = 0$, alors la nuance est $(5,5 - 0,1\,A)$ violet. J'ai constaté, par diverses expériences concordantes, qu'on avait :

la nuance 4,5 violet avec 10 °/₀ alun,
et la nuance 3,5 violet avec 20 °/₀ alun.

» 2° Pour $S = 6$, la nuance donnée par (1') et par (4') est

$(5,5 - 0,1\,A + 9)$ violet ou $(14,5 - 0,1\,A)$ violet, ou $(8,5 - 01\,A)$ violet rouge, ou $(2,5 - 0,1\,A)$ rouge,

en remarquant que 12 violet = 6 VR = 0 rouge.

» Pour $S = 4$ et $A = 20$, la loi (4') donne la nuance 11 V = 5 VR, et la loi (1') la nuance 10,9 V = 4,9 VR, qui a été en effet donnée par la pratique.

» 3° Pour $T = S$, les nuances données par les deux lois (1') et (4') sont identiques et égales à

$$(12,75 - 0,1\,A)\,\text{violet} = (6,75 - 0,1\,A)\,\text{VR} = (0,75 - 0,1\,A)\,\text{rouge}.$$

Et, en effet,

T = 5 °/₀ m'a donné avec A = 10 °/₀ la teinte 5,7 VR à 0 R,
» » A = 20 °/₀ » 5 VR.

» 3° Pour $t = 2$ °/₀, les nuances données par (1') et (4') sont aussi identiques.

» Il est inutile d'insister sur l'utilité, aussi bien pratique que théorique, de cette manière de représenter l'effet des drogues. Les formules linéaires (4) et (4') sont simples, pratiques, faciles à lire, concises et générales; elles

sont exactes entre des limites très-étendues : ainsi depuis S, dose d'acide sulfurique, = o jusqu'à S = 10 °/₀.

» En effet,

la loi (4') pour A = 10 °/₀, S = 10 °/₀ donne 1,5 RO; j'ai trouvé o RO;
» (4') pour A = 25 °/₀, T = 10 °/₀ » 5,4 R; » 4,5 Rouge.

La loi hyperbolique (1') n'est nécessaire que pour les fortes doses d'agents acides. Ainsi, pour S = 100, elle donne 2 RO, et j'ai constaté 1 RO; pour S = ∞, elle donne 3 RO comme limite.

» Plus de trente résultats d'expériences concordent avec les lois ci-dessus.

» La pratique peut évidemment être aidée par les formules (1'), (4'), puisqu'elles donnent la *mesure de l'action jaunissante* des acides du mordançage.

» En outre, si l'on veut obtenir une *certaine nuance*, le cramoisi amaranthe 2 VR je suppose (nuance employée dans les uniformes), on trouvera dans la formule générale (4') les *proportions relatives* de tous les ingrédients qui la fournissent. Il suffit de poser

$$\left(5,5 - 0,1\,A + \left\{\begin{array}{l} 1,5\,S \\ \text{ou } 1,4\,T \\ \text{ou } 0,7\,t \end{array}\right.\right)\text{violet} = 2\,VR = 8\,\text{violet};$$

ainsi

$$5,5 - 0,1\,A + 1,4\,T = 8 \quad \text{d'où} \quad T = 1,8 + 0,07\,A.$$

» Ainsi il faut :

à 2 °/₀ d'alun,	mélanger	1,94 °/₀	d'acide tartrique,
10 °/₀	»	2,5 °/₀	»
20 °/₀	»	3,2 °/₀	»

» Voici les résultats que nous avons obtenus :

5 °/₀	d'alun et	3 °/₀	d'acide tartrique	ont donné	3 VR	11 tons,
10 °/₀	»	2 °/₀		»	1 VR	12 »
10 °/₀	»	3 °/₀		»	2,5 VR	11,5 tons,
10 °/₀	»	4 °/₀		»	4,2 VR	12 tons.
20 °/₀	»	3 °/₀		»	o VR	13 »
20 °/₀	»	4 °/₀		»	1 à 4 VR	12 »

» On voit que la formule (4') donne rigoureusement la moyenne de tous les résultats; elle constitue une recette complète et exacte pour arriver à l'amaranthe ou à toute autre nuance; elle indique aussi les doses de tartre (t °/₀) ou acide sulfurique (S °/₀) qui peuvent se substituer à l'acide tar-

trique. Elle montre qu'il faut deux fois plus de tartre que d'acide tartrique pour obtenir les mêmes effets.

» Or 10 $^0/_0$ d'alun et 5 $^0/_0$ de tartre ont donné 2VR 12 à 13 tons. La formule dit qu'il faut un peu moins d'acide sulfurique que d'acide tartrique, j'ai vu que 20 $^0/_0$ d'alun et 3 $^0/_0$ d'acide sulfurique donnaient 1VR $\frac{0,5}{10}$ 14 tons.

» 5. Tout ce qui vient d'être dit sur l'amaranthe à la cochenille est relatif à une laine longue peignée, filée, dégraissée par l'ammoniaque, et, malgré des rinçages répétés, *encore légèrement ammoniacale*, car 100^p de cette laine saturaient près de 2^p d'acide sulfurique concentré.

» Or l'apprêt des laines à teindre agit aussi bien que leur grosseur sur la teinte finale. La formule qui relie la couleur aux doses varie donc d'une laine à l'autre.

» Voici, en effet, les formules hyperboliques (1″) et linéaires (4″) que j'ai trouvées pour représenter plus de trente résultats de teinture d'une laine longue, peignée, filée, dégraissée, puis SOUFRÉE et blanchie en restant imprégnée d'acide sulfureux en partie converti en sulfurique :

$$(1'')\qquad \left(6 - 0,1\,A + \frac{18}{\frac{1,5}{S}\ \text{ou}\ \frac{3}{T}\ \text{ou}\ \frac{5}{t} + 1}\right)\text{violet,}$$

ou, approximativement,

$$(4'')\qquad \left(6 - 0,1\,A + \left\{\begin{matrix} 4S \\ \text{ou}\ 2,2T \\ \text{ou}\ 1,4t \end{matrix}\right.\right)\text{violet.}$$

» Ainsi la laine soufrée exige proportionnellement 2 à 3 fois moins d'acide ou de tartre que la laine ammoniacale pour donner les mêmes nuances.

» 6. Des mordançages semblables à ceux ci-dessus par A $^0/_0$ alun, t $^0/_0$ tartre, ou T $^0/_0$ acide tartrique, ou S $^0/_0$ d'acide sulfurique, suivis de teinture par 20 $^0/_0$ de bois rouge, donnent des formules analogues à celles pour la cochenille et qu'on discuterait de même.

» *a*) Sur laine *ammoniacale :*

$$\frac{20\,S}{4+S}\ \text{rouge,}\quad \text{ou, approximativement,}\quad 2.S.\text{Rouge};$$

$$\frac{20\,T}{7+T}\ \text{rouge,}\quad \text{ou}\quad 1,7\,T\ \text{si la teinture cuit longtemps,}\quad 1,3\,T\ \text{si elle cuit peu.}$$

» *b*) Sur laine *soufrée :*

$$\frac{20\,S}{1+S}\text{ rouge}=\frac{20\,S^3}{3+S^3}\text{ rouge},$$

ou, approximativement,

$$\left(2,5-0,22\,A+\left\{\begin{array}{l}5,6\,S\\ \text{ou } 3,4\,T\\ \text{ou } 1,8\,t\end{array}\right)\text{ rouge},\quad\text{ou encore}\quad\frac{20\,T}{2+T}\text{ rouge}.$$

» Plus de trente résultats d'essais faits avec de l'eau distillée confirment ces formules.

» 7. La teinture, par 10 °/₀ de bois de campêche, d'une laine alunée et tartrée ou acidulée, comme ci-dessus, donne les formules de nuances suivantes.

» Sur laine *ammoniacale :*

$$(a)\qquad (-1+0,12\,A+0,4\,T^2)\,BV,$$

ou, plus exactement :

$$\left(-1+0,12\,A+\frac{36\,T^3}{136+T^3}\right)\text{ bleu violet.}$$

Sur laine soufrée

$$\left(2+\frac{34}{\frac{2}{t}\text{ ou }\frac{1}{T}\text{ ou }\frac{0,5}{S}+1}\right)\text{ bleu violet,}$$

ou, approximativement :

$$(2+15\,S\quad\text{ou}\quad 8\,T\quad\text{ou}\quad 5\,t)\text{ bleu violet.}$$

» Nous ne répéterons pas la discussion qui a été faite à l'égard des formules de l'amaranthe à la cochenille, et nous nous bornerons à faire observer que les formules ci-dessus traduisent exactement les résultats de plus de soixante déterminations expérimentales.

» Remarquons cependant que, s'il n'y a pas d'acide, la laine, légèrement alcaline, prend la teinte

$$(-1+0,12\,A)\,BV.\quad [\text{équat. } (a) \text{ ou } T=0].$$

» Ainsi, pour A très-petit $=\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{100}$, on a $(-1\;)\,BV=5$ bleu,

A = 1 °/₀	(−0,9) BV = 5,1 bleu,
A = 5 °/₀	(−0,4) BV = 5,6 bleu,
A = 10 °/₀	0,2 BV,
A = 20 °/₀	1,4 BV.

» Tous ces résultats sont conformes à ceux donnés par l'expérience.

» 8. Avant de terminer ce qui concerne les formules de couleurs et d'aborder les formules de tons et des brunitures, disons quelques mots sur la manière de traduire les résultats d'expériences en lois :

» 1° Linéaires $(\alpha + \beta X)$, couleur à variation constante. β par chaque 1 °/₀ de X;

» 2° Hyperboliques $\left(\alpha + \frac{BX}{C+X}\right)$, couleur à variation de plus en plus décroissante.

» Évidemment, pour obtenir la loi linéaire, il suffit de faire une série d'essais avec 0 °/₀, 1 °/₀, 2 °/₀, 3 °/₀,... de la drogue essayée, et de déterminer la variation moyenne β que subit la nuance à chaque 1 °/₀ de l'agent ajouté.

» La constante initiale α rapporte à α couleur, chiffre de l'Atlas chromatique de M. Chevreul, la teinte produite par l'emploi d'une dose très-faible $(\frac{1}{1000} = \frac{1}{100})$ mais non nulle de la drogue; la loi linéaire admettant une décroissance régulière de $A = 2$ °/₀ à $A = 1$ °/₀, et $A = 0$ °/₀. Or il peut se faire que, poussée à cette limite $A = 0$, la teinte fournie par de la laine pure, par exemple, n'offre aucun rapport avec celle fournie par $\frac{1}{1000}$ d'alun, ou d'un mordant quelconque.

» Nous avons dit (2) les motifs qui font admettre les lois hyperboliques, montrant que la nuance tend vers une limite (asymptote) qu'elle n'atteint que pour une dose infinie de la drogue; nous avons dit que, pour arriver à ces lois, il fallait déterminer les nuances limites (pour dose $= 0$, et $= \infty$), et nous avons montré la liaison de ces lois hyperboliques avec les lois linéaires.

» 9. Nous terminons ce qui concerne les formules des nuances en indiquant que nous avons obtenu des lois hyperboliques (accompagnées de lois linéaires plus simples) pour relier les nuances générales fournies par les diverses matières colorantes aux doses de mordants stanneux, stanniques, ferreux, ferriques, cuivriques, etc.

» On conçoit l'utilité de ces lois concises, établies sur une foule d'expériences, pour exposer la science de la teinture et faire saisir l'étendue de l'action de chaque drogue et de ses doses.

» La théorie trouvera ainsi des chiffres exacts, exprimant la moyenne de résultats nombreux pour baser ses hypothèses sur les causes des phénomènes si complexes de la teinture.

» Enfin la simple superposition de toutes les formules ou nuances géné-

rales et la comparaison de leurs coefficients montreront, avec ordre et simplicité, l'influence relative de tous les agents.

» 10. L'étude de l'*absorption* des agents chimiques par la laine α pourra aussi être puissamment éclairée par les formules des nuances. Il suffira de mordancer dans les bains résidus, puis de teindre et de déterminer la nuance générale obtenue.

» La comparaison de cette nuance avec celle que fournissait le bain primitif de mordant montrera la modification qu'il a subie après le mordançage. J'ai, par exemple, trouvé que 100^p de laine filée ammoniacale, mordancée au bouillon pendant deux heures avec $10\,^0/_0$ d'alun et $T\,^0/_0$ d'acide tartrique, prenait dans un bain de $20\,^0/_0$ de bois rouge

$$1,2\text{T rouge},\quad (12 - \text{T})^{\text{tons}},\quad \frac{0^{\text{noir}},3(\text{T}-1)^{\frac{3}{2}}}{10};$$

tandis que 100^p d'une même laine mordancée dans les bains résidus, puis teinte par $20\,^0/_0$ de bois rouge, prenait

$$0,8\text{T rouge},\quad (12 - 0,5\text{T})^{\text{tons}},\quad \frac{0^{\text{noir}},3(\text{T}-3)^{\frac{3}{2}}}{10}.$$

Il semble donc qu'il restait de $\frac{8}{12}$ à $\frac{5}{10}$ d'acide tartrique dans le bain.

» Nous n'insisterons pas sur ce point, dont il nous suffit d'indiquer l'importance.

» 11. *Lois des tons.* — Nous avons dit (3) que, quand les accroissements d'une drogue depuis zéro jusqu'à l'infini *accroissaient régulièrement le ton* depuis T jusqu'à 21 (limite fixée par M. Chevreul), le ton correspondant à la dose X était

$$\text{T} + \frac{(21-\text{T})\text{X}^n}{a + \text{X}^n}.$$

» Nous prendrons comme exemple d'une telle liaison entre les tons et les doses la série des tons 1 à 20 de bleu de Prusse sur soie obtenue par M. Chevreul, en employant X centimètres cubes de liqueur normale ferrique.

» On verra avec quelle rigueur les chiffres trouvés expérimentalement concordent avec la loi suivante :

$$t = \frac{67,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}}{1+3,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}} = \frac{21 \times 3,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}}{1+3,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}},\quad t = \frac{\text{F}}{1+\text{F}},\quad \text{d'où}\quad \text{F} = \left(\frac{t}{21-t}\right)^{\frac{3}{2}} \times 0^{\text{cc}},175,$$

où t donne le ton de la teinte obtenue sur 1 gramme de soie bleuie

ensuite par $0^{gr},05$ de cyanure jaune mêlé à $\frac{1}{2}$ centimètre cube d'acide chlorhydrique.

» F le nombre de centimètres cubes d'une solution de 50 grammes de sulfate ferrique dans 1000 centimètres cubes.

» L'expression $F^{\frac{2}{3}}$ montre que les doses de liqueur ferrique en dessous de $1^{C\Delta}$ agissent plus énergiquement que ne l'indique la simple proportionnalité, et qu'au delà de $1^{C\Delta}$ elles augmentent de moins en moins le ton. $\Big($La formule $t = \frac{140F}{1+7F}$ ne convient que pour t compris entre 8 tons et 17 tons, et pour les limites $t = 0$ et $t = 20$ que M. Chevreul a fixées; entre 0 et 8 tons les nombres calculés seraient trop petits.$\Big)$ Observons que l'exactitude, qui caractérise les recherches de M. Chevreul, était indispensable pour fixer la loi des tons en fonction du sulfate ferrique avec la précision donnée par la formule obtenue.

Tons.	F centimètres cubes de liqueur ferrique	
	observés par M. Chevreul (*).	calculés par la loi $F = 0^{C\Delta}.175\sqrt{\left(\frac{t}{21-t}\right)^3}$.
0	0^{cc}	0
1	0,005	0,0025
2	0,0075	0,006
3	0,01	0,0118
4	0,015	0,0199
5	0,025	0,0305
6	0,043	0,044
7	0,058	0,061
8	0,07	0,085
9	0,1	0,1.4
10	0,14	0,151
11	0,2	0,205
12	0,25	0,268
13	0,35	0,362
14	0,5	0,495
15	0,7	0,690
16	0,86	1,000
17	1,5	1,52
18	2,5 après $1\frac{1}{2}$ heure	2,56
19	3,7 —	5,12 après 1 heure.
20	5 après 2 heures	15,0 apres 1 heure.
21	dose infinie.	∞

(*) 10e Mémoire sur la teinture, lu à l'Académie le 19 mai 1826.

» La concordance est si saisissante, qu'on conçoit que les échelles chromatiques sont des *échelles naturelles* rigoureusement d'accord avec les séries mathématiques (*).

» 12. Des lois linéaires peuvent, entre des limites déterminées, représenter avec une approximation suffisante les lois hyperboliques de l'accroissement de ton. Alors on peut passer de l'une à l'autre de ces lois, à l'aide de ce qui a été dit des lois des nuances.

» Je citerai comme exemple d'une loi linéaire de tons la série des teintures par le bois rouge (de Fernambouc) de 100^p de grosse laine peignée, filée, ammoniacale. La teinte hausse en moyenne de 1 ton quand, au mordançage, on augmente de 6 à 7 °/₀ la dose d'alun; elle baisse, au contraire, de 1 ton à chaque addition de $1\frac{1}{2}$ °/₀ d'acide sulfurique, ou de 1 °/₀ d'acide tartrique, ou de 2 °/₀ de tartre.

» Le ton général est donc formulé comme suit :

$$10^t,5 + 0^t,15\text{A} - \begin{cases} 1^t,5\text{S}, \\ \text{ou } 1^t\text{T}, \\ \text{ou } 0^t,5t. \end{cases}$$

» De même 10^p de cochenille donnent à 100^p de laine soufrée

$$12^t + 0,1\text{A} - (1,2\text{S} \text{ ou } 0,8\text{T} \text{ ou } 0,4t);$$

chaque 10 °/₀ d'alun ajoute 1 ton, et chaque 1 °/₀ d'acide abaisse de 1 ton.

» 13. On observe souvent que les tons vont d'abord en croissant à mesure que la dose d'un agent A augmente, qu'ils atteignent un ton t maximum pour une certaine dose M, puis qu'ils décroissent progressivement au delà de cette dose.

» Ce maximum peut être exprimé approximativement d'une manière linéaire par

$$t - a(\mp \text{A} \pm \text{M}) \quad \text{ou par} \quad t - a(\text{A} - \text{M})^{\frac{2}{2}};$$

on sait que

$$\sqrt{(\text{A} - \text{M})^2} = \sqrt{(\text{M} - \text{A})^2} = (\text{A} - \text{M})^{\frac{2}{2}},$$

t devient la valeur maxima quand il n'est pas diminué, c'est-à-dire quand $\text{A} = \text{M}$, il diminue quand A diffère de M.

» Nous citerons, comme exemple, la série des tons du pourpre ama-

(*) Cette conclusion est aussi celle à laquelle l'expérience vient de conduire M. Plateau. (*Voir* les *Comptes rendus* du 16 septembre, p. 678.)

ranthe par la cochenille sur laine ammoniacale alunée ($A\,^0/_0$) et tartrée (t^0) ou acidulée. Le ton est très-pâle quand la proportion d'alun est faible, il va en augmentant à mesure que grandit la dose d'alun, et il nous a semblé que le ton 15 maximum était atteint avec $10\,^0/_0$ de cochenille quand la dose d'alun atteignait $20\,^0/_0$.

» Une petite quantité d'acide ne paraît pas nuire au ton, il semble même que l'intensité est maxima avec $2\,^0/_0$ d'acide sulfurique (dose qui neutralise complétement la laine), ou avec $2{,}5\,^0/_0$ d'acide tartrique ou avec $5\,^0/_0$ de tartre.

» Au delà de ces doses d'acides on voit la nuance jaunir de plus en plus, ce qui donne à la teinte une apparence plus pâle, et finit par l'abaisser jusqu'au ton 10 de l'Atlas chromatique.

» Le ton général peut donc être formulé comme il suit :

$$15^t - 0^t{,}3(A - 20)^{\frac{2}{2}} - \left\{ \begin{array}{l} 0{,}\ 4(S - 2)^{\frac{2}{2}} \\ \text{ou } 0{,}\ 3(T - 2{,}5)^{\frac{2}{2}} \\ \text{ou } 0{,}15(t - 5)^{\frac{2}{2}} \end{array} \right.$$

» **14.** Il peut aussi arriver qu'un ingrédient à très-petite dose fournisse un ton élevé, puis qu'en grandissant il l'abaisse de plus en plus jusqu'à un ton minimum, lorsque A, la dose d'ingrédient, égale m; enfin, au delà de cette dose, le ton se relève peu à peu.

» Un exemple intéressant d'un tel affaiblissement, suivi d'un renforcement, se présente avec le campêche sur laine alunée ($A^0/_0$).

» Le ton général serait, quand on emploie $10\,^0/_0$ de campêche,

$$11^t + 0{,}2(A - 10)^{\frac{■}{2}}.$$

» Cette formule indique un minimum de ton pour $10\,^0/_0$ d'alun, un premier maximum quand A est très-faible (il se fixerait un maximum d'alumine quand $A = \frac{1}{2}$ à $1\,^0/_0$, ce qui donne des nuances bleues ternes). Un second maximum s'obtient quand A dépasse 20 à $25\,^0/_0$, ce qui fixe beaucoup d'alun.

» Ainsi la formule indique le minimum quand $10 = A$; alors 11^t n'est augmenté de rien.

» **15.** Les brunitures $\frac{0}{10}, \frac{1}{10}, \frac{2}{10} \ldots \frac{10}{10}$ de noir sont reliées aux agents de teinture par des formules générales exposées (2 et 3). Nous n'insisterons pas sur ces lois, qui sont analogues à celles discutées ci-dessus. Il nous suffira de signaler que de longues séries d'essais faits avec les bois bleu,

rouge, jaune, le cachou, etc., sur laine diversement mordancée, ou pour les teintures soumises ultérieurement à des mordants oxydants, m'ont toujours montré une variation régulière de la bruniture quand un des agents variait régulièrement, et que des fonctions hyperboliques ou linéaires pouvaient toujours relier la bruniture aux doses d'ingrédients, à la durée et à la température.

» 16. *Conclusions sur les formules des nuances.* — Grâce à l'atlas chromatique constitué par M. Chevreul, il est devenu possible d'exprimer mathématiquement les effets de la variation de chacun des agents de teinture.

» L'action spéciale de chaque circonstance sur la teinture finale pourra ainsi s'exprimer par des mesures rigoureuses.

» D'ailleurs les formules des nuances donnent une grande exactitude aux conclusions qui en découlent, puisqu'elles ne se basent pas sur une nuance isolée, accidentelle peut-être, mais qu'elles sont l'expression de la moyenne d'un grand nombre de résultats qui se contrôlent l'un l'autre.

» La classification chromatique des échantillons de teintures multipliées conduit aux formules de nuances en indiquant la variation moyenne de la nuance par chaque 1 °/₀ d'agent employé.

» Enfin la détermination des nuances extrêmes données par des doses très-faibles et par des doses très-fortes d'agents donnera les limites pour les formules hyperboliques des nuances.

» Les phénomènes de teintures ainsi interprétés par un ensemble de formules permettront à la théorie de poser des conclusions rigoureuses, puisque des faits mesurés exactement peuvent seuls servir de guide.

» La superposition des formules et la comparaison des coefficients suffira d'ailleurs pour donner la mesure de l'influence de chaque drogue, quelque interprétation que l'on donne pour motiver cette influence.

» Les praticiens trouveront dans les formules des nuances de vraies recettes, qui leur indiqueront les proportions relatives d'ingrédients à employer dans chaque cas pour obtenir une nuance donnée quelconque. »

PHYSIOLOGIE. — *Des allures du cheval, étudiées par la méthode graphique.* Note de M. E.-J. MAREY.

« *Expériences sur l'allure du trot.* — Tous les auteurs s'accordent pour choisir comme type du trot franc l'allure où les quatre pieds ne font entendre que deux battues, et où le sol est frappé tour à tour par les deux bipèdes diagonaux. On admet aussi que le trot est une allure *loin de terre*,

et que, dans l'intervalle de deux battues successives, l'animal est un instant suspendu au-dessus du sol.

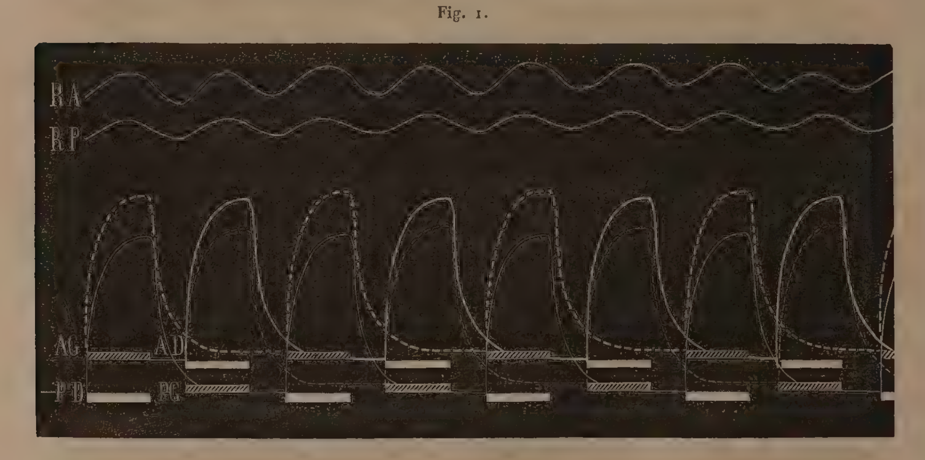
» Mais le désaccord commence lorsqu'il s'agit d'apprécier la durée de cette suspension; ainsi, pour M. Bouley, elle est très-courte par rapport à la durée de l'appui, tandis que, pour M. Raabe, c'est l'appui qui serait très-court, de sorte que le cheval qui trotte serait plus longtemps en l'air que sur le sol.

» La méthode graphique est éminemment propre à juger de pareilles questions et même à renseigner sur d'autres points importants de la théorie du trot. Ainsi l'un des caractères importants de cette allure est la dureté des réactions qui l'accompagnent et qui la rendent si fatigante pour le cavalier. Il sera sans doute utile d'estimer avec exactitude l'intensité et la durée de ces mouvements, afin de mieux connaître les conditions qui les modifient.

» Si la définition qu'on vient de lire s'applique au trot franc, il est un grand nombre de cas où l'allure est dite *décousue*, et dans lesquels l'oreille constate un dédoublement des battues, sans qu'on puisse toujours discerner quel est le pied de chaque bipède diagonal qui prend terre le premier.

» Enfin le trot sert de transition entre l'allure du pas et celle du galop. Comment se fait ce passage et à quel instant une allure a-t-elle remplacé l'autre? Tels sont les points que j'ai essayé de déterminer.

Fig. 1.



» Un cheval de selle monté par M. Pellier m'a donné les tracés représentés *fig*. 1.

» La ligne supérieure RA est formée par la courbe des réactions de l'*avant-main;* un des appareils explorateurs mentionnés dans la précédente Note avait été placé sur le pommeau de la selle pour recueillir ces mouvements. — La seconde ligne RP indique les réactions de l'*arrière-main*, l'explorateur avait été placé sur la croupe. — Enfin, dans le bas de la figure se trouvent les courbes des *appuis et lever* des quatre pieds avec la *notation* correspondante.

» Il est inutile, je pense, de revenir avec détails sur la signification de chacune de ces courbes; elles montrent que la première battue est formée par les pieds diagonaux AG (antérieur gauche) et PD (postérieur droit). La seconde battue est produite par le bipède diagonal AD et PG. Le synchronisme des battues des deux pieds est parfait pour chaque bipède diagonal; on verra tout à l'heure qu'il n'en est pas ainsi dans le cas où le trot est moins franchement établi.

» Dans la notation du rhythme de ces battues, je me suis servi de traits blancs pour les pieds droits et de traits teintés de hachures pour les pieds gauches. Ces traits, devant représenter la durée des appuis, ont leurs débuts aux points où s'élève la courbe de chacun des pieds et leurs fins verticalement située au-dessous du point où chacune de ces courbes s'abaisse.

» Avec cette disposition, on peut estimer facilement les durées relatives des appuis et des suspensions; on voit alors que les appuis sont environ deux fois plus longs que les temps pendant lesquels le corps est suspendu au-dessus du sol.

» Toutefois, certains chevaux attelés m'ont fourni des tracés dans lesquels la phase de suspension était à peine visible; de sorte que cette forme du trot se rattachait aux allures *près de terre*, ne gardant du type franc que le synchronisme parfait des battues diagonales. Je n'ai pu encore étudier les trotteurs rapides; chez eux peut-être verra-t-on, par une tendance inverse, le temps de suspension s'accroître aux dépens de la durée des appuis.

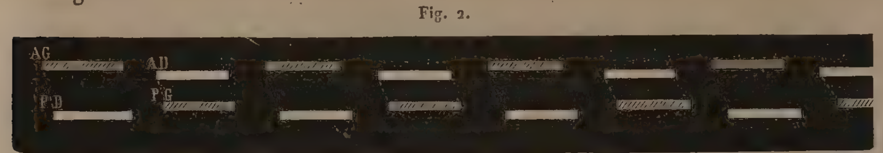
» Si l'on cherche à apprécier les rapports qui existent entre les réactions et les mouvements des membres, on voit que le moment où le corps de l'animal est au bas de son oscillation verticale coïncide précisément avec celui où les pieds ne touchent pas le sol. Ainsi le temps de suspension ne tient pas à ce que le corps du cheval est projeté en l'air, mais à ce que les jambes sont fléchies toutes quatre pendant ce court instant. Le maximum de hauteur du soulèvement du corps correspond, au contraire, à la fin de l'appui des membres; il semble, d'après les tracés (*fig.* 1), que le soulève-

ment du corps ne commence qu'un peu après chaque double battue, et qu'il continue pendant toute la durée de l'appui.

» Enfin on peut voir aussi dans cette figure que les réactions de l'avant-main sont plus considérables que celles de l'arrière-main. Ce fait m'a paru constant; du reste, l'inégalité des réactions est plus marquée encore dans l'allure du pas où, presque toujours, l'appareil placé sur le garrot traduit des réactions appréciables, tandis que l'appareil de la croupe n'indique presque pas de mouvements.

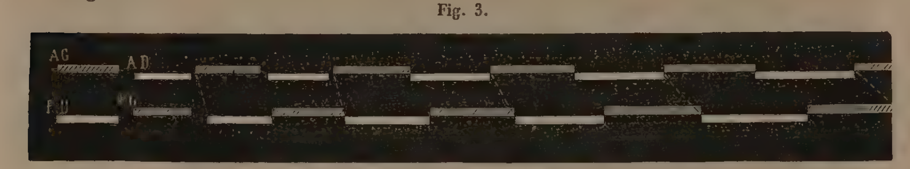
» Le *trot décousu* s'est rencontré dans plusieurs de mes expériences. Tantôt cette allure était soutenue, et alors le défaut de synchronisme portait, soit sur les battues des deux bipèdes diagonaux, soit sur un bipède seulement; tantôt, au contraire, le trot n'était décousu que pendant un instant, au moment du passage d'une allure à une autre. Dans tous les cas que j'ai observés jusqu'ici, le défaut de synchronisme tenait à ce que le membre postérieur était en retard sur l'antérieur qui lui correspond en diagonale.

Fig. 2.



» La *fig.* 2 représente la notation d'un *trot décousu* dans lequel les battues diagonales sont assez éloignées l'une de l'autre. On peut juger par l'obliquité de la ligne ponctuée qui réunit entre elles les battues des bipèdes diagonaux.

Fig. 3.



» La *fig.* 3 représente la transition du trot au pas. On voit d'abord que le trot est franc et que la ligne ponctuée qui réunit les battues du bipède diagonal gauche AG, PD, est verticale. Mais peu à peu cette verticalité disparaît, et l'obliquité de la ligne ponctuée indique un retard toujours croissant de la battue postérieure. Le passage du trot au pas se fait sans transition brusque, par la diminution du temps de suspension, l'augmentation de durée des appuis et le retard des battues postérieures.

» La *fig.* 4 est la notation du passage du trot au galop. On voit, dès le début de la figure, que le trot est un peu décousu ; la ligne ponctuée, qui réunit les battues diagonales gauches AG, PD, est déjà un peu oblique et accuse un léger retard du pied postérieur. Cette obliquité va toujours en

Fig. 4.



augmentant, mais pour le bipède diagonal gauche seulement; le bipède diagonal droit AD, PG reste uni, même après l'établissement du galop. La transition du trot au galop se fait non-seulement par le retard du pied postérieur, mais par l'avance du pied antérieur, de sorte que les deux battues diagonales, qui dans le trot étaient synchrones, laissent entre elles le plus grand intervalle, celui qui dans le *galop de chasse* constitue le grand silence.

» Dans une prochaine Note j'exposerai le résultat de mes expériences sur l'allure du galop. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir que possèdent plusieurs substances, d'arrêter la putréfaction et le développement de la vie protoplasmique ;* Note de **M. Crace-Calvert** (1).

(Commissaires : MM. Dumas, Cl. Bernard, Pasteur, Trécul.)

« Cette série d'expériences a été entreprise comme complément de celles que j'ai décrites dans mes Mémoires précédents. Elle consiste à ajouter, à une solution d'albumine contenant des animalcules microscopiques, 1 millième des substances qui y sont indiquées, et à examiner les résultats produits, d'abord immédiatement après cette addition, et ensuite après un, six ou seize jours; mais, dans ce résumé, je ne décrirai que les résultats du commencement et de la fin de l'expérience.

» Les expériences ont commencé le 20 septembre 1871. Les solutions ont été maintenues à la température de 15 à 18 degrés. Dans la solution type, le nombre des vibrions et la putréfaction ont augmenté graduellement pendant toute la durée des expériences.

---

(1) Cette Note était parvenue à l'Académie avant la séance du lundi 28 octobre.

» La première classe des corps que j'ai essayés comprend les composés qui détruisent immédiatement le mouvement des vibrions, et préviennent leur réapparition pendant toute la durée de l'expérience :

» Acide crésylique.

» La deuxième classe contient les composés qui détruisent presque entièrement les vibrions; je dis presque entièrement, car il en reste encore quelques-uns à la fin de l'expérience :

» Acide phénique, sulfate de quinine, chlorure de zinc et acide sulfurique.

» La troisième classe est composée des substances qui détruisent la presque totalité des vibrions au moment de leur addition au liquide, mais dans lesquelles le nombre des vibrions augmente ensuite graduellement pendant la durée de l'expérience; cependant, le liquide, après seize jours, en contient moins que la solution d'albumine type :

» Sulfophénate de zinc, acide picrique.

» La quatrième classe comprend les substances qui, au commencement, détruisent la vie, mais qui ne préviennent pas le développement des vibrions et qui en contiennent, le seizième jour, autant que la solution type :

» Chlorure d'aluminium, acide sulfureux, acide prussique.

» La cinquième classe est composée des substances qui, au commencement, détruisent une grande partie des vibrions, mais qui en favorisent ensuite le développement; de sorte que le nombre des vibrions, après l'expérience, est plus considérable que dans la solution d'albumine type :

» Hypochlorite de chaux, bichlorure de mercure, chlore en dissolution, soude caustique, acide acétique, acide nitrique, sulfate de fer, sulfophénate de potasse, sulfophénate de soude.

» La sixième classe comprend les substances qui n'ont pas d'action sur les animalcules, soit au commencement, soit pendant les seize jours de l'expérience :

» Acide arsénieux, chlorure de sodium, chlorure de calcium, chlorate de potasse, sulfate de chaux, bisulfite de chaux, hyposulfite de soude, phosphate de chaux, essence de térébenthine, poivre.

» La septième classe comprend les substances qui favorisent la production d'animalcules et qui facilitent la putréfaction :

» Chaux, charbon de bois, permanganate de potasse, phosphate de soude, ammoniaque.

» Il est assez remarquable que l'acide phénique, qui prévient complétement la formation des vibrions, ne les détruit pas complétement lorsqu'ils

sont formés. L'acide sulfurique, qui ne prévient en aucune manière le développement des vibrions, paraît les détruire presque entièrement lorsqu'ils sont déjà formés.

» Le sulfophénate de zinc, non-seulement ne détruit pas les vibrions, mais permet leur reproduction.

» Le bichlorure de mercure ne détruit qu'une partie des vibrions et favorise même le développement des autres, tandis qu'il empêche complétement leur formation. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur les propriétés fébrifuges et antipériodiques des feuilles du Laurier d'Apollon* (Laurus nobilis). Note de **M. A. Doran** (1).

» J'ai l'honneur de signaler à l'Académie les propriétés fébrifuges et antipériodiques du Laurier d'Apollon (*Laurus nobilis*).

Mode de préparation. — Je dessèche les feuilles vertes sur le feu, à une douce chaleur, dans un brûloir à café clos (pour éviter la déperdition des matières volatiles), jusqu'à ce qu'elles soient devenues cassantes, mais sans leur faire subir d'altération. Je les pile et les réduis en poudre assez fine.

Mode d'administration. — Je fais macérer dans un verre d'eau froide, durant dix ou douze heures, 1 gramme de ma poudre : deux heures avant l'heure présumée de l'accès, je fais prendre au malade le liquide et la poudre.

Aucun effet anormal ne se produit, l'accès ne paraît le plus souvent pas dès l'absorption du premier paquet. Je ne fais suivre aucun traitement, aucun régime durant les bons jours. Je répète cette médication trois fois de suite.

» *Résultats.* — Je n'ai pas eu un insuccès dans les cas de fièvre quotidienne ou tierce, même dans ceux qui étaient rebelles à l'action du sulfate de quinine; j'ai la conviction que, si mon remède avait été administré de la même façon dans les fièvres quartes, il aurait produit les mêmes effets.

Pièces à l'appui.

	Cas.	Guérisons.	Insuccès.
M. le Dr Scelles de Montdegert (Carentan).....	12	10	2
M. le Dr Letoizé (Saint-Lô)................	3	2	1
M. Joseph Lafosse (Saint-Côme-du-Mont).....	10	7	3
M. Yver Léon (Vierville)................	7	7	0
M. le Dr Alibert (Saint-Lô)...............	2	2	0
	34	28	6

(1) Cette Note de M. *Doran* et les deux suivantes de M. *Ferrière* et de M. *Picot* sont parvenues successivement au Secrétariat pendant la semaine qui vient de s'écouler, et dans l'ordre où elles sont ici placées.

» Les six cas d'insuccès sont tous relatifs à des fièvres quartes. — On attend les résultats de dix-huit cas nouveaux.

» En présence des résultats obtenus, j'espère que l'Académie voudra que les expérimentations soient continuées et s'y associer. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur les causes de fièvres intermittentes et les moyens de les combattre;* Note de **M. E. Ferrière.**

« Dans sa Note relative au pouvoir que possèdent certaines substances, entre autres l'acide phénique et le sulfate de quinine, sur le développement des moisissures, M. F. Crace-Calvert tire de ses expériences une conséquence très-importante au point de vue de la cause des fièvres intermittentes, et, partant, des moyens de les combattre. Il me semble qu'il ne serait pas sans utilité que cette déduction reçût l'appui de travaux antérieurs et de faits presque tombés dans l'oubli.

» D'observations et d'études faites dans les vallées marécageuses de l'Ohio et du Mississipi par M. J.-H. Salisbury, professeur à l'Ecole de Médecine de Cleveland (Ohio), il résulte que les maladies des marais (malarious) sont dues à des cellules d'un genre d'algues (algoïd) ressemblant fortement aux *palmellæ*.

« Aussi loin, dit-il, que j'ai poussé mes recherches (et elles ont été très-étendues), je n'ai jamais observé un cas de fièvre intermittente dans un endroit où je ne puisse trouver ces petites plantes.

» Réciproquement, je n'ai jamais constaté la présence de ces plantes dans un lieu habité, sans que les fièvres intermittentes ne se soient développées; et cela, en proportion de la vigueur et de l'étendue de cette végétation. »

» En examinant au microscope l'urine rendue, soit dans la période algide de la fièvre, soit pendant le stade de sueur, soit dans l'intervalle des accès, M. Salisbury a constaté ce fait que des plantes à fièvre, identiques à celles qui croissent dans les terrains malsains, se développent constamment dans l'organisme du malade atteint de fièvre intermittente.

» Les spores cryptogamiques restent suspendues dans les exhalaisons brumeuses de la terre après le coucher du soleil; elles disparaissent après le lever du soleil. Pendant le jour, l'air des districts fiévreux ne contient pas une seule de ces spores et ne renferme aucune des causes qui donnent naissance aux accès fébriles. C'est exactement ce qui se passe dans la Campagne romaine : les paysans soucieux d'échapper à la *malaria* rentrent, le soir, à la ville.

» Non-seulement le savant médecin américain a observé les causes des fièvres intermittentes et leurs conditions de développement, mais il a pu faire naître à volonté la fièvre intermittente; il l'a semée à son gré dans des pays qui ne l'avaient jamais connue. Après avoir rempli quelques boîtes d'une terre recouverte de *palmellæ*, M. Salisbury les a emportées dans un district élevé, montagneux, où *jamais* on n'avait observé un seul accès de fièvre intermittente. Là il lui a suffi d'ouvrir ces boîtes dans une chambre située au deuxième étage, pour que deux jeunes gens qui y couchaient fussent atteints d'une fièvre au type tierce, au bout de douze à quatorze jours. Quatre membres de la même famille, qui couchaient à l'étage inférieur de la maison, n'éprouvèrent pas le moindre accident. Cette expérience répétée dans un autre endroit donna le même résultat.

» Quant à l'action de la quinine, l'opinion de M. Salisbury est conforme aux expériences de M. Calvert :

« La quinine, dit-il, agit en tonifiant l'économie et *en arrêtant le développement cryptogamique*, jusqu'à ce que la nature, aidée des moyens médicaux destinés à exciter les sécrétions, soit capable d'éliminer le poison fébrile.

» En 1869, séance du 25 janvier, une Note de M. Calvert a fait connaître à l'Académie les heureux résultats qu'avaient obtenus, à l'île Maurice, MM. Barraut et Jessier, en employant l'acide phénique pour combattre une épidémie de fièvre intermittente. Là où le sulfate de quinine avait été impuissant, l'acide phénique avait triomphé : d'où MM. Barraut et Jessier concluaient que les fièvres intermittentes sont dues à la présence, dans le sang, de ferments microscopiques, végétaux ou animaux.

» Dans la même Note, M. Calvert signalait aussi une épidémie meurtrière de fièvre typhoïde, dans un village du comté d'Essex, laquelle aurait disparu après qu'on eut désinfecté, au moyen d'acide phénique, les égouts, les fosses d'aisances, les cours, les passages, etc.

» Enfin, dans la séance du 11 octobre 1869, M. Gaube adressait une Note sur l'emploi de la créosote dans le traitement de la fièvre typhoïde. Les observations de l'auteur le conduisaient à conclure que la créosote guérit onze fois sur douze et supprime presque complétement la convalescence.

» En comparant ces faits, provenant de sources si diverses, avec les expériences de M. Calvert, relatives : 1° à l'action de l'acide phénique sur les vibrions et sur les moisissures; 2° à celle du sulfate de quinine sur les moisissures seules, on est frappé de leur étroite concordance. L'étiologie des fièvres intermittentes et même typhoïdes en reçoit une vive lumière, tandis

que la thérapeutique peut y puiser quelques moyens de médication, non moins puissants que rationnels. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude.* Note de M. **Picot**.

« Après MM. Rabuteau et F. Papillon, qui, dans une Note présentée le 30 septembre, ont appelé l'attention sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résultat de recherches que j'ai faites dans le même sens. Mes expériences sont loin d'être terminées, puisque je n'ai encore étudié l'action de ce sel ni sur les fermentations à ferments solubles, ni sur les fermentations (physiologiques, pathologiques ou expérimentales) qui se produisent au sein de l'organisme vivant. Cependant je crois utile de signaler les résultats que j'ai déjà obtenus, la question des fermentations étant une des plus importantes de la Biologie.

» Mes recherches ont porté sur la fermentation alcoolique directe et indirecte, sur la fermentation lactique et sur la fermentation putride en dehors de l'organisme.

A. — Fermentation alcoolique directe.

» 1° *Glucose et levûre de bière.* — Dans 50 centimètres cubes d'une solution de glucose au $\frac{1}{5}$, on introduit des doses successives de silicate de soude, en procédant de 5 centigrammes jusqu'à 1gr,50 et élevant chaque fois de 5 centigrammes; on ajoute 5 grammes de levûre. La fermentation se produit jusqu'à la dose de 80 centigrammes de silicate, mais elle est retardée de plus en plus et parallèlement aux doses employées, de telle sorte que, dans une fermentation type où elle s'était produite après vingt-cinq minutes, on ne la voit plus se montrer, dans celles qui ont reçu du silicate, que trente-cinq, quarante, cinquante-cinq, quatre-vingts minutes, cinq heures après le début de l'expérience. Au-dessus de 80 centigrammes, la fermentation ne s'est pas produite, même après quatre jours entiers. La température ambiante était de 14 degrés.

» 2° *Moût de raisin.* — Dans 50 centimètres cubes de moût de raisin, on introduit, par doses successives de 5 centigrammes en 5 centigrammes, du silicate de soude jusqu'à la dose de 20 centigrammes. L'expérience type sans silicate commence trois jours après; dans les autres, elle ne se montre que trois jours et demi, quatre jours et cinq jours après.

» Donc, comme pour le glucose, la fermentation du moût a été retardée d'une quantité de temps qui paraît en rapport avec la dose de silicate employée.

B. — Fermentation alcoolique indirecte.

» 1° *Sucre de canne.* — En procédant de la même manière, j'ai obtenu le même retard dans la fermentation du sucre de canne; mes expériences ne sont pas encore allées jusqu'à la dose suffisante pour empêcher complétement la fermentation.

» 2° *Sucre de lait.* — Cinq expériences furent faites sur le sucre de lait dissous dans l'eau au $\frac{1}{5}$. Les solutions furent additionnées de 5, 10, 15, 20 centigrammes de silicate et de 5 grammes de levûre, puis exposées à une température à peu près constante de 40 degrés. La fermentation se montra, mais après un temps de plus en plus long, suivant la dose de silicate. Cependant, après deux jours et demi, la solution qui a reçu 20 centigrammes n'a pas encore fermenté.

C. — Fermentation lactique.

» Dans cinq fioles, on place 50 centimètres cubes de lait; l'une reste telle quelle, les autres sont additionnées de 5, 10, 15, 20 centigrammes de silicate. Au bout de trois jours, le n° 1 colore en rouge le papier de tournesol, et les autres ne donnent pas de réaction acide. Après cinq jours, on constate des colorations graduées du papier réactif, en rapport avec la dose de silicate employée. Dans l'expérience contenant 20 centigrammes, il n'y a encore aucune réaction.

D. — Fermentation putride.

» C'est ici surtout que les résultats m'ont semblé le plus frappants, et je les signale plus particulièrement à cause de leur importance pathologique.

» Dans 50 centimètres cubes d'eau je broie 20 grammes de viande fraîche, et je prépare ainsi cinq dilutions semblables, étiquetées des nos 1, 2, 3, 4, 5.

» Le n° 1 est laissé tel quel; le 2e reçoit 5 centigrammes de silicate; le 3e, 10 centigrammes; le 4e, 15 centigrammes; le 5e, 20 centigrammes. La température ambiante est de 14 degrés. Les expériences commencent le 21 octobre, à 4 heures du soir; le 24, à la même heure, dans la dilution n° 1, qui exhale une odeur de putréfaction assez prononcée, on trouve une masse énorme d'infusoires de la putréfaction : ce sont des points mobiles arrondis, mesurant 1 millimètre, puis de petits bâtonnets mesurant 4 millimètres de longueur. Tous ces animalcules exécutent des mouvements propres, mais ne progressent qu'avec lenteur, en raison de leur nombre considérable, dans le liquide. Dans la dilution n° 2, on trouve les mêmes infusoires, mais en quantité de beaucoup moins considérable, puisqu'on n'en rencontre guère qu'une vingtaine dans le champ du microscope, qui en était couvert dans l'expérience précédente. Dans les dilutions 3, 4 et 5, il n'existe encore rien, que quelques granulations moléculaires. Le 25 et le 26, l'état des expériences 3, 4 et 5 est resté le même; aucune odeur ne s'y est développée, et l'on ne constate la présence d'aucun animalcule de putréfaction. »

» L'importance de ces résultats sur la fermentation putride me semble considérable, surtout si l'on tient compte de la dose minime de silicate qui jusqu'ici a arrêté la putréfaction, puisque, dans l'expérience 3, où rien ne s'est produit, il n'y a que 10 centigrammes du sel en question.

» Ces expériences que j'ai relatées ne sont que le prélude d'autres plus complètes que j'aurai l'honneur de transmettre ultérieurement à l'Académie. Elles viennent à l'appui des travaux de M. Dumas et des faits rapportés par MM. Rabuteau et Fernand Papillon. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le* capreolus *du* Zonites Algirus. Note de M. E. Dubrueil, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans notre étude anatomique et historique sur l'appareil générateur du genre *Helix*, nous avons signalé la présence d'un spermatophore chez le *Zonites Algirus* et décrit le *capreolus* de cette espèce, qui n'avait été indiqué par aucun malacologiste.

» Ce corps, d'une longueur de 26 millimètres et d'une largeur de 1 millimètre dans sa portion la plus renflée, est de forme tubulaire, allant en diminuant de volume des deux côtés, à partir de son tiers inférieur. C'est un canal complet garni de nombreuses cannelures spirales. Une coupe transversale, pratiquée dans son milieu, a l'air d'une roue d'engrenage munie de douze à quatorze petites dents. Son extrémité supérieure se termine par un tube à ouverture capillaire, où les lamelles disparaissent, tandis que l'autre, où elles sont plus prononcées, est moins longue et présente un orifice plus large. Il est recouvert d'une membrane albuminoïde. . . . .

» Lorsque l'introduction du *capreolus* est terminée, son extrémité inférieure, se recourbant en arc de cercle, va s'insérer de 3, 4 et même 5 millimètres dans le col de l'oviducte, dépourvu, dans cette espèce, de muscle transverse. Cette extrémité est enveloppée par une matière blanchâtre, visqueuse, qui s'échappe de l'intérieur du spermatophore, et qui contient une infinité de spermatozoïdes. La sortie de ces derniers de l'intérieur de cet appendice est due à l'action de la membrane musculaire du canal copulateur.

» Une partie du canal déférent inférieur est destinée à la production du *capreolus*. Ce conduit, qui mesure 50 millimètres d'étendue, n'a pas le même volume dans toute sa longueur. A partir de son point de jonction avec la gouttière déférente jusqu'à une distance de 31 millimètres, son diamètre est de $\frac{1}{3}$ et tout au plus de $\frac{1}{2}$ millimètre, tandis que, dans la seconde moitié de son parcours, qui va se terminer à la verge, il est égal à $\frac{1}{4}$ et quelquefois à $\frac{1}{3}$ de millimètre. La portion étroite du canal est pellucide ; la portion dilatée, d'un blanc opaque, se compose des mêmes couches qu'on rencontre dans le *flagellum* des Hélices. Sous une membrane cellulaire externe on trouve une membrane musculaire, suivie elle-même d'une couche glanduleuse, qui n'existe pas dans la partie étroite du même conduit.

» On observe, dans la position large du même organe, de nombreuses lamelles disposées comme la spiricule des trachées végétales. Ces lamelles s'étendent en spirale oblique, entre les deux bords de cette partie du canal; leur obliquité augmentant vers le point de jonction des deux portions de ce dernier, elles finissent par devenir longitudinales au voisinage de cet endroit. Au temps des amours, elles sont couvertes de particules solides de couleur blanche, donnant effervescence avec l'acide chlorhydrique.

» Dans son mouvement de rétroversion, la verge est suivie par le canal déférent inférieur qui renferme le *capreolus* jusqu'au moment où ce corps est expulsé. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction et le développement du poisson télescope, originaire de la Chine.* Note de M. **Carbonnier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Le cyprin télescope, en chinois *Long-tsing-ya* (*Cyprinus macrophthalmus*, Bloch), est un poisson originaire des eaux douces de la Chine et du Japon. Sa conformation est singulièrement anormale. Le corps est globuleux, les nageoires caudale et anale sont doublées; les yeux font sur la tête une saillie de 2 à 5 centimètres; enfin l'animal tout entier est le modèle exact de ces poissons, jugés jusqu'ici chimériques, que l'on rencontre dans un grand nombre de peintures chinoises.

» Ce poisson me paraît être un monstre du cyprin doré, monstre créé à dessein, à l'aide de procédés d'élevage, procédés dans lesquels les Chinois sont fort habiles, et assez puissants pour que l'anomalie première au début soit maintenant devenue héréditaire.

» J'ai déjà rencontré, dans les cyprins dorés, des monstruosités partielles analogues, en particulier la gémination de la nageoire caudale. M. G. Pouchet, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, le 30 mai 1870, signale une anomalie pareille, présentée par deux sujets vivants qui lui arrivaient de Chine; mais, jusqu'à ce jour, personne, que je sache, n'a eu l'occasion d'étudier le genre nouveau, ou plutôt la variété de cyprin que je désigne sous le nom de *poisson télescope*.

» Par l'obligeante entremise d'un de mes parents, M. Paul Carbonnier, mécanicien à bord de *l'Ava*, j'ai reçu vingt-quatre sujets présentant tous les mêmes modifications de structure : trois seulement sont morts, les autres ont pu se rétablir assez bien pour me permettre d'en essayer la reproduction, dès la première année.

» La forme globuleuse du corps de l'animal rend son équilibre extrêmement instable, il ne nage qu'avec difficulté; aussi, tandis que son congénère, le cyprin doré, effectue la ponte en se frottant contre les végétaux aquatiques, corps souples et peu résistants, le poisson télescope cherche un point d'appui plus fixe, opposant une résistance directe à l'impulsion des nageoires. C'est au fond de l'eau, sur le sol, qu'il va frotter son abdomen.

» Pendant que la femelle procède ainsi à la ponte, les mâles, extrêmement ardents dans la fécondation, se mettent plusieurs à sa poursuite, la poussent de la tête, la bousculent, la font rouler sur elle-même, lui infligeant ainsi un véritable supplice.

» Ayant déposé dans un bassin de 20 mètres cubes d'eau quatre poissons provenant d'un premier envoi, environ un mois après, le 14 septembre 1872, je vis les trois mâles se mettre à la poursuite de la femelle, la faire rouler comme une balle sur le sol dans une étendue de plusieurs mètres, et continuer ce manége, sans repos ni trêve, deux jours durant, jusqu'à ce que la pauvre femelle, qui n'avait pu un seul instant reprendre son équilibre, eût enfin évacué tous ses œufs.

» Obligé alors de suspendre mes observations, je revins quinze jours après, et examinant avec soin la surface et les bords du bassin, j'eus la satisfaction d'y découvrir plusieurs petits embryons, qui nageaient avec une assez grande difficulté, et qu'un examen plus attentif me fit reconnaître pour des alevins du poisson télescope. Même nageoire caudale double, même sinuosité à la partie supérieure du dos, seuls les yeux étaient encore peu saillants.

» Rapportés à Paris et observés avec attention, ils m'ont fourni les résultats suivants :

» Dès le premier âge, l'embryon du poisson télescope a la forme allongée de la plupart de nos jeunes espèces; la transparence du corps permet de distinguer nettement la vessie natatoire, logée dans la partie supérieure du corps, et l'intestin, formant un angle droit, dont le sommet est à l'opposé de la vessie. Tant que l'embryon vit aux dépens de la vésicule ombilicale, il nage aisément et dans une position horizontale, mais ensuite l'absorption d'aliments extérieurs a pour résultat un développement anomal et irrégulier qui, pour presque la moitié des sujets, occasionne une déviation de la position normale, et l'animal se tient verticalement, quelquefois la tête en haut, le plus souvent la tête en bas. La position vicieuse de la vessie natatoire et le trop peu de développement des nageoires neu-

tralisent l'influence de ces agents directeurs; le manque d'équilibre persiste, le jeune animal ne peut plus chercher sa nourriture : il meurt au bout de deux ou trois jours. A peine ai-je pu les faire vivre dix à douze jours, en mélangeant à l'eau de mes aquariums des matières animales broyées.

» Tels sont jusqu'à présent les résultats les plus importants de mes observations. Il est pour moi hors de doute que l'élevage des alevins qui me restent me présentera encore quelques faits nouveaux; je m'empresserai d'en faire part à l'Académie. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des étranglements annulaires et des segments interannulaires chez les Raies et les Torpilles.* Note de **M. L. Ranvier**, présentée par M. Claude Bernard.

« Les recherches qui font l'objet de cette Communication ont été faites dans le laboratoire de M. Coste, à Concarneau. Chez les Raies complétement développées, par exemple chez ceux de ces animaux qui ont plus de 1 mètre de longueur, les plus gros tubes nerveux se voient facilement à l'œil nu, et présentent une structure dont les détails sont d'une admirable netteté. Comme j'avais obtenu des préparations très-démonstratives des tubes nerveux des mammifères (1), en traitant les nerfs pendant vingt-quatre heures avec de l'acide osmique à 1 pour 100, j'ai fait usage de la même méthode dans l'étude des nerfs des poissons. Presque tous les résultats que je vais indiquer m'ont été fournis par ce procédé.

» Les étranglements annulaires des Raies présentent une forme un peu différente de celle que l'on observe chez les Mammifères. De chaque côté de l'étranglement, le tube nerveux s'élargit progressivement en formant un cône, jusqu'à ce qu'il ait atteint son diamètre régulier. A sa périphérie, ce cône est limité par la membrane de Schwann, qui suit exactement la forme du tube rétréci au niveau de l'étranglement annulaire. Au centre de l'étranglement, là où la myéline disparaît, on distingue le cylindre-axe, renflé régulièrement en ce point, de manière à donner une figure que j'ai comparée à deux troncs de cône appliqués par leur base. Je me suis assuré ainsi que le renflement biconique des cylindres d'axe occupe les étranglements annulaires, ce que je n'avais pu déterminer sur les tubes nerveux des Mammifères et des Batraciens. La grande circonférence du renflement

---

(1) *Archives de Physiologie*, 1872, p. 129 et 127.

biconique repose sur la gaîne de Schwann et se confond avec elle, tandis que de chaque côté de l'étranglement se voit une seconde gaîne, qui ne suit pas absolument la forme du tube nerveux, et forme autour de chaque étranglement une enveloppe cylindrique ou légèrement déprimée. Cette seconde gaîne (1), que je désignerai sous le nom de *gaîne externe*, par opposition à la gaîne interne ou membrane de Schwann, n'existe pas chez les Mammifères; elle possède une signification morphologique sur laquelle je reviendrai à propos des nerfs des Torpilles.

» La partie du tube nerveux comprise entre deux étranglements annulaires, ou segment interannulaire, a chez les Raies une longueur qui varie avec la taille de l'animal et le diamètre des tubes nerveux observés. Chez une Raie ayant une longueur de $1^{m},10$, les plus gros tubes nerveux du nerf de la nageoire latérale avaient un diamètre de $0^{mm},037$, et les segments de ces tubes une longueur de 6 millimètres en moyenne. Chez une autre, longue de $1^{m},01$, le même nerf possédait des tubes dont les plus gros, du diamètre de $0^{mm},028$, avaient des segments de 5 millimètres en moyenne. Chez une troisième, de 36 centimètres de longueur, les plus gros tubes avaient un diamètre de $0^{mm},017$, et des segments longs de $2^{mm},5$. Enfin une Raie, dont la longueur était de 24 centimètres, présentait des tubes nerveux du diamètre de $0^{mm},01$ et des segments de $1^{mm},5$. Ces faits établissent que, chez les Plagiostomes comme chez les Mammifères, les segments interannulaires sont soumis aux variations de la croissance.

» Chez les Raies, un même segment interannulaire présente, suivant sa longueur, plusieurs noyaux, au moins trois, dont deux sont situés au voisinage des étranglements, et un autre vers le centre du segment interannulaire. Chez les Mammifères, au contraire, il n'y a jamais dans le même segment qu'un seul noyau, et celui-ci est situé à peu près à égale distance des deux étranglements voisins. Cette différence entre les tubes nerveux de ces divers animaux dépend uniquement de ce que, chez les Raies, la gaîne externe du tube nerveux possède des cellules lui appartenant en propre, tandis que la gaîne interne ou membrane de Schwann n'a qu'un seul noyau placé au centre du segment.

» Les nerfs de la Torpille présentent avec ceux de la Raie une très-grande analogie; néanmoins, je n'ai pas confondu leurs descriptions, parce qu'il

---

(1) Comparez, Henle, *Anat. génér.*, éd. franç., t. II, p. 164 et 169, et Kölliker, *Histologie*, 2e éd. franç., p. 317.

convient de suivre ces tubes nerveux jusque dans leur terminaison dans les plaques de l'organe électrique de la Torpille, pour bien faire ressortir la distribution des gaînes des nerfs et leur signification histologique.

» Les étranglements des tubes nerveux de la Torpille sont très-serrés, et par suite le renflement biconvexe du cylindre-axe s'y voit moins bien que chez les Raies de grande taille. Les tubes nerveux des Torpilles possèdent aussi deux gaînes : l'interne, qui se moule exactement sur le tube, et l'externe, qui en est distante au niveau de l'étranglement. Les segments interannulaires des Torpilles, comme ceux des Raies, sont munis de plusieurs noyaux; les uns appartiennent à la gaîne externe : un seul correspond à la gaîne interne et représente le noyau du segment des Mammifères. Les segments de la Torpille sont soumis à des variations en rapport non-seulement avec la croissance de l'animal et le diamètre des tubes, mais encore avec les fonctions des nerfs. Voici chez une Torpille, longue de 38 centimètres, quelques mensurations faites sur différents nerfs : un nerf intercostal était formé de tubes dont les plus gros avaient un diamètre de $0^{mm},012$ et des segments de $1^{mm},2$ de longueur, et dont les plus petits avaient $0^{mm},007$ de diamètre, avec des segments d'une longueur de $0^{mm},75$. Sur le gros nerf de la nageoire latérale, un tube de $0^{mm},015$ avait des segments de $1^{mm},6$, un tube de $0^{mm},005$ présentait des segments de $0^{mm},64$. Le nerf de l'organe muqueux, qui, contournant l'appareil électrique, vient se terminer sur le côté externe de cet appareil, m'a fourni des tubes de $0^{mm},011$ avec des segments de $1^{mm},6$, et de $0^{mm},085$ avec des segments de $0^{mm},74$. Enfin les nerfs de l'appareil électrique, dont tous les tubes ont le même diamètre, possédaient chez cette Torpille des tubes de $0^{mm},012$ de diamètre et des segments dont la longueur variait entre $0^{mm},63$ et $0^{mm},55$. Chez sept Torpilles dont j'ai examiné les nerfs, j'ai trouvé le même rapport entre les segments des divers nerfs.

» Si l'on rapproche maintenant les nombres trouvés pour la longueur et le diamètre de ces divers tubes nerveux, on sera frappé du résultat suivant : les segments des nerfs électriques sont deux fois moins longs que les segments des autres nerfs, pour des tubes nerveux de même diamètre. Cette première observation peut suggérer cette hypothèse : *La longueur des segments des tubes nerveux est en raison inverse de l'activité physiologique des nerfs*. Mais, pour établir cette hypothèse, il faudrait poursuivre l'analyse de faits analogues et les dégager des autres facteurs qui influent sur la longueur des segments interannulaires, tels que l'espèce, l'âge de l'animal et le diamètre des tubes nerveux.

» Il me reste à parler d'un point important : la distribution des nerfs dans les plaques électriques de la Torpille. Les faisceaux nerveux qui constituent les quatre gros nerfs destinés à l'appareil électrique sont entourés d'une gaîne lamelleuse, mince comme celle que l'on trouve autour des faisceaux nerveux chez les animaux supérieurs; en outre, comme on vient de le voir, chaque tube nerveux possède deux gaînes distinctes et individuelles. Les nerfs arrivés dans l'appareil électrique se divisent dans les cloisons qui séparent les prismes électriques; réduits à un petit nombre de tubes reliés ensemble, ils perforent l'enveloppe connective des prismes, en y abandonnant leur gaîne lamelleuse, de telle sorte que, arrivés dans les lames électriques, les tubes nerveux sont séparés les uns des autres. Là ils sont moulés pour ainsi dire dans la masse grènue qui forme la substance fondamentale des lames électriques, et il en résulte que la gaîne externe du tube nerveux ne peut revenir sur ce tube et se confond avec la gaîne interne. Sur un tube nerveux présentant cette disposition, les segments avaient une longueur moyenne de $0^{mm},24$, et la distance comprise entre les deux gaînes était de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$. Mais bientôt les tubes nerveux se divisent et avec eux la gaîne externe; cependant la division de cette gaîne n'accompagne pas de suite la division du tube nerveux, de telle sorte que l'on rencontre des gaînes qui contiennent deux tubes dans une petite longueur. Lorsque le myéline a disparu, la gaîne se voit encore, et elle peut être distinguée sur quelques-unes des innombrables ramifications des tubes nerveux sans myéline, où elle s'accuse par un double contour et des noyaux. De cette dernière observation, on peut tirer la conclusion suivante : *La gaîne que l'on observe sur les dernières terminaisons nerveuses dans les plaques électriques de la Torpille n'est pas un prolongement de la gaîne lamelleuse des faisceaux nerveux, mais elle est simplement la gaîne externe des tubes contenus dans les faisceaux.* Le nom de périnèvre, introduit en Histologie par Charles Robin (1), ne peut s'appliquer ni à l'une ni à l'autre de ces deux gaînes, ni par conséquent à toutes deux à la fois, car elles sont absolument distinctes. »

M. F. **Thomas** adresse une nouvelle Lettre, concernant le procédé de préparation du fluor qu'il pense avoir découvert.

Cette Lettre sera renvoyée, comme la précédente, à l'examen de M. Balard.

---

(1) Charles Robin, *Mémoire sur le périnèvre, espèce nouvelle d'éléments anatomiques*, dans les *Mémoires de la Société de Biologie*, 1854, p. 874.

M. LE BARON LARREY présente l'extrait d'un travail manuscrit que lui a adressé M. *Bérenger-Féraud*, médecin en chef de la Marine, au Sénégal.

« Ce travail, dit M. Larrey, intitulé : *Étude sur les larves de mouches qui se développent dans la peau de l'homme, au Sénégal*, en indique la fréquence, là particulièrement où le vulgaire désigne cette larve sous le nom de *ver de Cayor* (ou Kaior), et rend compte des recherches déjà faites sur ce sujet par divers observateurs, notamment par des médecins de la Marine.

» M. Bérenger-Féraud cite d'abord l'observation faite sur un soldat d'infanterie, chez lequel semblait s'être développée une éruption furonculeuse à l'épaule. Chaque bouton donna issue à un ver bien caractérisé. Il rapporte ensuite plusieurs cas, tous confirmatifs des particularités de cette première observation et des recherches déjà faites sur le même sujet par différents auteurs.

» Le ver dit *de Cayor* semble se former dans le sable, et de là pénètre sous la peau de l'homme ou des animaux couchés par terre, surtout des chiens. On a retiré soixante-dix-huit vers de toutes les parties du corps d'un chien épagneul, et M. Bérenger-Féraud en a compté plus de trois cents sur un jeune animal de même espèce, qui en est mort.

» L'auteur expose et discute les opinions des indigènes et des observateurs, sur la formation de cette larve et de la mouche qu'il décrit plus particulièrement. Il relate plusieurs faits, bien étudiés par lui-même, démontrant la manifestation du ver sous l'apparence tantôt d'un petit corps étranger, tantôt d'un simple furoncle, et son élimination spontanée ou son extraction facile par pression, sans aucune suite fâcheuse.

» Il en décrit l'aspect, le volume et la conformation annelée, ainsi que les mouvements contractiles d'une extrémité à l'autre, la première ou la tête armée d'un crochet, la seconde ou la queue présentant un orifice anal. Il fait connaître ensuite la transformation du ver en chrysalide brunâtre et velue, à peu près cylindrique, ayant perdu son crochet.

» L'auteur a vu enfin les larves, enfermées dans un bocal, donner issue, après plusieurs jours, à des mouches bien conformées, très-agiles et ressemblant beaucoup aux mouches ordinaires. Il rattache cet insecte à l'ordre des diptères, et particulièrement au sous-ordre des Chotoeires ou mouches, qui offre lui-même des variétés.

» Il discute enfin le mode de formation du ver de Cayor, le mécanisme de sa pénétration et de son développement dans la peau de l'homme et des animaux, en terminant son travail par un résumé de la pathologie, du diagnostic et du traitement, aussi simple d'ailleurs qu'efficace.

» Je n'ai pu mieux faire, pour rendre compte de ce travail à l'Académie, que de le soumettre à notre savant confrère M. Blanchard, qui a bien voulu l'examiner avec intérêt.

M. Émile Blanchard ajoute :

« La mouche du ver de Cayor paraît n'avoir pas été jusqu'ici apportée en Europe. Elle n'est pas décrite; selon toute apparence, elle est du genre *Ochromyia* de Macquart, très-voisin des *Lucilia*, dont une espèce de la Guyane (*Lucilia hominivorax*) vit souvent à l'état de larve aux dépens de l'homme. La mouche de Cayor pourrait être nommée *Ochromyia anthropophaga*. »

M. Chevreul fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Paul de Gasparin*, fils de notre ancien confrère, d'un ouvrage portant pour titre : « Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire ».

Après avoir rappelé à l'Académie les titres qui recommandent les travaux de M. P. de Gasparin à la confiance des savants, et qui font de cet ouvrage, dédié à M. Peligot, l'un de ceux qui peuvent rendre le plus de services dans les Institutions agricoles, M. Chevreul annonce qu'il vient de recevoir de l'auteur une lettre, en date du 20 octobre, lui annonçant une découverte d'une importance incontestable. Il s'agit de la présence de l'acide phosphorique dans les *eaux souterraines* de la plaine d'Orange. « Je suis convaincu, ajoute M. Chevreul, que la valeur de cette découverte n'échappera à aucune des personnes qui savent l'activité déployée aujourd'hui pour découvrir les gisements de phosphate de chaux, et qui en connaissent la valeur commerciale comme engrais non plus qu'à celles qui, désireuses de connaître la science agronomique, n'avaient pas encore cherché à se rendre compte de l'importance du rôle des *eaux souterraines* dans la production agricole. »

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Nouveau traité de Chimie industrielle, etc.; par R. WAGNER, édition française, publiée d'après la 8e édition allemande; *par* le Dr L. GAUTIER; t. Ier, fasc. 9. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

L'éruption du Vésuve en avril 1872; *par* M. le Dr GUIRAUD. Montauban, imp. coopérative J. Vidallet, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Recueil de la Société des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Tarn-et-Garonne.*)

De la disposition adoptée en 1869-1870 *dans la replantation de l'École de Botanique du Jardin des Plantes de Toulouse; par* le Dr D. CLOS, Directeur. Toulouse, sans date, imp. Bonnal et Gibrac; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, t. V.)

De quelques principes d'organographie végétale; par le Dr D. CLOS. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Recherches sur l'emploi des chronomètres à la mer; par M. A. DE MAGNAC. Paris, Imprimerie nationale, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

Nouvelle pince dite à double fixation, *destinée à immobiliser le globe oculaire pendant les opérations que l'on pratique sur cet organe; par* le Dr F. MONOYER. Strasbourg, Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. [Extrait de la *Gazette médicale de Strasbourg*. (Présenté par M. Sédillot.)]

Notions générales de Zymologie; par le Dr F. MONOYER. Strasbourg, imp. Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

Épithélioma perlé ou margaritoïde de l'iris; par le Dr F. MONOYER. Paris, Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

Morées et artocarpées de la Nouvelle-Calédonie; par E. BUREAU. Paris, G. Masson, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*)

Le Phylloxera, *puceron de la vigne, etc. Description d'un procédé infaillible pour le détruire; par* M. Ed. LOARER. Paris, E. Lachaud, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.) Renvoyé à la Commission du *Phylloxera.*

Calendrier perpétuel. Tableau synoptique du calendrier des calendriers, etc.; par M. A. DUPUY jeune. Lyon, L. Labasset, sans date; tableau grand aigle.

Rapport fait à la Société d'Agriculture de France, par M. GUÉRIN-MÉNEVILLE, *sur la station séricicole de Châlons-sur-Marne.* Paris, 1872, autographié; br. in-4°.

De la régularisation des machines; par V. DWELSHAUVERS-DERY. Liége, imp. Desoer, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle des Mines.*)

Le régulateur de Buss; par V. DWELSHAUVERS-DERY. Liége, imp. L. Severeyns, 1872; br. in-8°.

Association française contre l'abus du tabac et des boissons alcooliques; 4e année, n° 3, 1872. Paris, au siége de la Société, 1872; br. in-8°.

Méthodes chimiques servant à déterminer la valeur commerciale des matières grasses, glycérines, savons, cires, etc. Recherches des falsifications; par DALICAN *et* F. JEAN. Paris, au Bureau du *Moniteur scientifique*, 1872; br. in-8°.

Observations on base-length of great pyramid, and royal Coffer's dimensions; by S.-M. DRACH. London, Harrison, 1872; br. in-8°.

Report of the Meteorological Committee of the royal Society for the year ending 31st december 1871. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1872; in-8°.

Quarterly weather report of the Meteorological Office; part I, january-march 1871. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1872; in-4°.

Annales Academici CIↃIↃCCCLXVII-CIↃIↃCCCLXVIII. Lugduni Batavorum, typ. Drabbe, 1872; in-4°.

I manoscritti di Lazzaro Spallanzani serbati nella bibliotheca comunale di Reggio nell' Emilia. Ragguaglio del prof. Al. CORRADI. Milano, tip. Bernardoni. 1872; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Hypothèse astronomique de Pythagore; par Th.-Henri MARTIN, Membre de l'Institut. Rome, 1872; in-4°. (2 exemplaires.)

*Ptolémée, auteur de l'*Optique *traduite en latin par Ammiratus-Eugenius*

*Siculus sur une traduction arabe incomplète, est-il le même que Claude Ptolémée, auteur de l'*Almageste? *par* Th.-Henri MARTIN. Sans lieu ni date; br. in-4°. (2 exemplaires.)

(Ces deux ouvrages sont extraits du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Études médico-psychologiques. Cerise, sa vie et ses œuvres; par C.-E. BOURDIN. Paris, imp. Jousset, Clet et Cie, 1872; in-8°.

Leçons élémentaires d'hygiène; par M. H. GEORGE. Paris, J. Delalain et fils, 1872; in-12.

Considérations générales sur le mécanisme de l'univers, ou Fragment d'un nouvel exposé de la Mécanique céleste; par Pierre MÉNARD. Vitry-le-François, typ. Pessez et Cie, 1872; br. in-8°. (6 exemplaires.)

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1870 et 1871, CXXIIe année, 4e série, t. IV. Nancy, imp. de l'Académie, 1872; in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges; t. XIII, 3e cahier. Épinal, veuve Gley; Paris, A. Goin, 1870; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société linnéenne du nord de la France; années 1868-1869. Amiens, Lenoel-Hérouart, 1870; 2 vol. in-8°.

Société linnéenne du nord de la France. Bulletin mensuel; nos 1 à 4. Amiens, Lenoel-Hérouart, 1872; 4 nos in-8°.

Société des Sciences médicales de l'arrondissement de Gannat (Allier). Compte rendu des travaux de l'année 1871-1872, présenté dans la séance de 1872, par le Dr Gilbert TRAPENARD fils, vice-secrétaire; XXVIe année. Gannat, imp. Didier-Daubourg, 1872; in-8°.

Recueil des travaux de la Société médicale du département d'Indre-et-Loire, année 1872; 1er semestre, LXXe année. Tours, imp. Ladevèze; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1872.)

Page 1010, ligne 2, *au lieu de* équation, *lisez* équations.

» ligne 5, *au lieu de* d'étudier une courbe, *lisez* d'étudier le mouvement.

» ligne 7, *au lieu de* des projectiles, *lisez* de projectiles.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Oct. 1872.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES ANCIENS (1). Salle méridienne.			THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin.			TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air à 29 mètres.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol				THERMOMÈTRE NOIR dans le vide (T − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	753,6	6,8	16,9	11,8	5,5	18,1	11,8	»	13,7	13,5	14,4	15,6	7,4	9,29	80,2	»	6,0
2	746,4	»	19,4	»	13,3	19,5	16,4	»	16,0	15,5	15,1	15,5	2,0	12,43	86,0	»	20,0
3	745,1	»	17,8	»	13,2	16,1	14,6	»	14,3	14,9	15,4	15,5	1,4	9,51	81,8	»	19,5
4	753,5	8,6	»	»	8,0	13,9	10,9	»	12,6	13,3	14,5	15,5	2,7	7,67	80,2	»	0,0
5	758,5	7,8	»	»	7,0	14,1	10,5	»	11,5	12,5	13,8	15,4	5,2	7,25	77,3	»	0,0
6	762,2	5,1	»	»	4,8	10,3	7,5	»	10,1	11,4	12,9	15,2	2,9	6,69	79,7	»	2,0
7	762,2	5,7	»	»	4,4	10,1	7,2	»	10,3	10,9	12,2	14,9	1,6	6,95	81,8	»	1,5
8	757,0	»	11,7	»	9,2	11,7	10,4	»	11,2	11,6	12,3	14,6	0,6	8,23	88,0	»	0,0
9	752,6	»	13,7	»	8,2	15,4	11,8	»	12,7	12,3	12,6	14,4	4,4	9,21	86,2	»	6,0
10	751,5	»	13,9	»	8,2	14,7	11,4	»	11,7	12,0	12,8	14,3	3,2	7,51	75,3	»	5,0
11	746,4	7,8	12,6	10,2	7,5	13,9	10,7	»	9,9	11,1	12,4	14,2	4,2	6,31	79,7	»	12,0
12	749,3	2,8	11,1	6,9	1,2	11,8	6,5	»	8,1	9,5	11,3	14,0	6,1	5,66	80,3	»	9,0
13	753,1	1,5	11,7	6,6	0,3	13,2	6,7	»	7,5	8,7	10,5	13,7	6,0	5,24	72,7	»	6,0
14	754,2	2,1	12,0	7,0	2,0	13,5	7,7	»	8,6	8,9	10,2	13,4	5,0	6,06	73,8	»	0,0
15	751,6	»	»	»	5,6	11,9	8,7	»	8,2	9,1	10,3	13,1	3,5	6,19	81,0	»	6,5
16	742,0	4,9	12,0	8,4	4,6	13,2	8,9	»	7,9	8,8	10,0	12,9	2,2	6,89	89,5	»	17,0
17	742,3	»	13,8	»	6,0	15,9	10,9	»	10,0	9,8	10,3	12,7	3,7	7,97	85,2	»	7,5
18	744,0	»	15,4	»	7,5	16,0	11,7	»	10,2	10,3	10,8	12,5	0,9	8,02	86,8	»	10,0
19	748,3	7,2	13,6	10,4	7,5	13,4	10,4	»	11,2	10,9	11,0	12,5	0,4	10,13	94,7	»	1,0
20	764,4	»	15,5	»	12,5	15,7	14,1	»	11,9	11,8	11,8	12,4	2,4	9,26	89,0	»	17,0
21	745,0	8,4	14,9	11,6	7,6	15,8	11,7	»	11,2	11,3	11,8	12,5	3,1	8,29	82,5	»	10,5
22	745,3	9,2	13,4	11,3	9,0	14,0	11,5	»	10,6	11,1	11,7	12,6	4,3	7,86	84,0	»	17,0
23	749,1	7,8	12,4	10,1	7,4	13,0	10,2	»	9,9	10,6	11,4	12,6	1,5	7,01	85,8	»	0,0
24	743,6	4,0	11,3	7,6	2,4	12,0	7,2	»	9,7	9,7	10,8	12,5	3,1	7,71	89,7	»	6,0
25	741,0	5,3	12,4	8,8	6,4	12,8	9,6	»	9,4	9,9	10,8	12,4	3,3	7,29	83,5	»	19,5
26	743,2	6,7	11,5	9,1	5,2	11,6	8,4	»	9,1	9,6	10,4	12,3	1,3	6,93	78,5	»	17,0
27	750,0	7,0	13,9	10,4	6,5	14,8	10,6	»	10,5	10,2	10,5	12,2	3,7	8,38	81,5	»	20,0
28	744,1	»	13,3	»	10,8	14,6	12,7	»	11,5	11,2	11,2	12,1	0,5	9,66	90,5	»	5,0
29	760,9	7,8	12,9	10,3	7,5	13,4	10,4	»	10,0	10,4	11,1	12,1	3,4	7,56	82,0	»	15,0
30	755,9	7,8	13,1	10,4	7,2	13,7	10,4	»	11,2	10,9	11,0	12,1	0,4	9,35	86,7	»	20,0
31	752,1	10,7	»	»	10,9	15,4	13,1		12,8	12,1	11,7	12,0	1,0	10,14	86,3		20,0
Moy.	750,0	»	»	»	7,0	14,0	10,5	»	10,7	11,1	11,8	13,5	3,0	7,96	83,2	»	9,5

(1) Observatoire de Paris. — Toutes les autres observations ont été faites à Montsouris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Oct. 1872.

Dates.	Magnétisme terrestre (1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (2).	Montsouris.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+35,6	B+47,4	»	»	0,2	2,3	SSE faible.	SE	0,6	Rosée, faible lueur aurorale le s.
2	38,4	48,4	»	0,5	8,6	2,5	S assez fort.	SSO	0,9	Pluvieux. Éclairs dans la nuit.
3	37,3	49,0	»	13,3	4,3	2,0	SO modéré.	SSO	0,8	De 11^h s. à minuit, éclairs au NO.
4	30,7	47,6	»	0,1	»	1,2	OSO tr.-faib.	S	0,7	Couvert, brumeux.
5	35,2	47,1	»	»	»	2,1	NNE modéré.	NNE	0,2	Rosée, brume.
6	33,3	48,1	»	»	»	2,6	NNE modéré.	ENE	0,6	Plaque aurorale au N à 9^h s.
7	35,0	48,0	»	»	»	1,2	ENE faible.	ENE	1,0	Couvert, brumeux.
8	33,7	47,1	»	»	»	0,9	NE, O faible.	»	1,0	Brume. Lueur aurorale à 9^h s.
9	35,6	45,7	»	3,3	2,9	1,6	SSO modéré.	SSO	1,0	Nimbus, pluie le soir.
10	35,7	45,4	»	2,7	»	3,1	SSO modéré.	OSO	0,9	Lueur aur. de 9^{h}30 s. à minuit.
11	32,5	42,7	»	0,2	2,1	2,3	OSO modéré.	SO	0,4	Pluie le matin.
12	31,5	42,9	»	0,2	»	1,8	SSO faible.	SO	0,2	Brumeux, gelée blanche.
13	30,7	43,4	»	»	»	2,3	SSO faible.	SSO	0,1	Gelée blanche.
14	29,4	43,2	»	»	»	3,2	NNO faible.	»	0,6	Gelée blanche.
15	26,4	53,5	»	1,4	1,3	2,0	OSO modéré.	SO	0,8	Perturb. magnét. du 15 au 20.
16	32,1	50,8	»	1,6	3,0	1,9	SSE faible.	SSO	0,8	Pluie dans la matinée.
17	24,7	57,5	»	1,3	1,3	1,3	ESE modéré.	ESE	0,7	Pluvieux le soir.
18	19,7	58,6	»	4,9	3,6	1,2	var. modéré.	SSE	1,0	Pluvieux.
19	37,9	49,6	»	3,6	20,7	0,3	ESE faible.	SSE	1,0	Pluie toute la journée.
20	37,7	46,1	»	17,1	1,3	1,4	SSO faible.	SSE	1,0	Pluie le matin.
21	34,5	45,1	»	»	0,3	1,7	S faible.	S	0,7	Brume, rosée; pluvieux le soir.
22	32,0	46,0	»	0,3	0,1	2,3	SSO modéré.	SSO	0,8	Pluie dans la nuit 22-23.
23	33,1	46,5	»	1,9	3,4	1,1	OSO faible.	NNO	0,6	Pluvieux. Rosée le soir.
24	31,2	46,5	»	0,1	0,9	1,1	S modéré.	S	1,0	Brouillard. Lueur aur. à 6^h s.
25	32,1	45,8	»	1,0	0,2	2,2	S assez fort.	S	0,6	Rosée; pluvieux.
26	29,6	46,0	»	0,1	0,0	3,5	SSO fort.	SSO	0,8	Lueur aur. de 6 à 7^h. s. et vers minuit.
27	33,0	43,8	»	»	0,4	1,4	ESE modéré.	SSO	1,0	Lueur aur. de 6$^h\frac{1}{2}$ à minuit.
28	30,9	43,0	»	10,9	11,8	0,7	ONO modéré.	O	0,8	Pluie.
29	31,2	43,6	»	1,2	»	1,6	OSO modéré.	ONO	0,3	Brume. Rosée le soir.
30	27,7	44,4	»	»	0,4	2,4	SO très-fort.	SO	1,0	Pluv. Lueur aur. de 6^h s. à min^t.
31	35,0	44,2	»	0,6	0,1	2,9	SO fort.	SO	1,0	Pluv. Lueur aur. de 6^h s. à min^t.
Moy.	A+32,4	B+47,0	»	66,3	66,9	58,2			0,74	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Octobre 1872.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	750,28	750,35	750,02	749,75	750,01	750,31	750,22	750,22 (1)
Pression de l'air sec	742,55	742,36	741,82	741,95	742,21	742,50	742,38	742,26 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)	8,89	9,95	12,62	13,00	11,10	9,96	9,22	10,44 (1)
» (fronde)	8,87	10,02	12,75	13,13	11,05	9,88	9,11	10,44 (1)
Thermomètre à alcool incolore	8,79	9,75	12,57	12,97	11,00	9,90	9,17	10,35 (1)
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	13,48	16,65	24,11	20,29	10,57	»	»	17,91 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	12,68	15,75	22,89	19,25	10,57	»	»	17,12 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	10,64	12,60	17,46	16,03	10,57	»	»	14,17 (2)
Excès (T' — *t*)	2,84	4,05	6,65	4,26	0,00	»	»	3,74 (2)
Excès (T — *t*)	2,04	3,15	5,43	3,22	0,00	»	»	2,95 (2)
Température du sol à $0^m,02$ de profondr	9,69	10,23	12,14	12,41	11,24	10,52	10,13	10,75 (1)
» $0^m,10$ »	10,61	10,66	11,15	11,64	11,65	11,39	11,17	11,09 (1)
» $0^m,20$ »	11,14	11,10	11,14	11,37	11,51	11,54	11,45	11,31 (1)
» $0^m,30$ »	11,81	11,77	11,71	11,71	11,86	11,95	11,95	11,84 (1)
» $1^m,00$ »	13,50	13,50	13,50	13,49	13,47	13,45	13,43	13,47 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	7,73	7,99	8,20	7,80	7,80	7,81	7,84	7,96 (1)
État hygrométrique en centièmes	89,5	86,1	74,6	69,3	77,6	84,0	88,2	83,2 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	27,8	3,6	7,1	1,7	7,1	5,8	13,8	t. 66,9
Évaporation totale en millimètres	8,01	1,94	10,57	14,85	11,16	6,96	4,76	t. 58,25
Évaporation moy. diurne en millim	0,26	0,06	0,34	0,48	0,36	0,22	0,15	t. 1,87
Inclinaison magnétique (3) B +	46',71	47',00	45',53	45',03	44',95	45',55	45',88	45',99 (1)
Déclinaison magnétique (3) A +	32,85	32,37	22,43	24,30	28,94	31,91	31,84	29,64 (1)

	°
Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris).	»
» » (Montsouris)	10,5
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	12,2
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)	66,3
» (Montsouris, jardin)	66,9
Évaporation totale du mois en millimètres	58,2

Errata *aux observations de septembre.*

Page 846, température moyenne du sol à $0^m,02$. Le 30, *au lieu de* 13,36, *lisez* 13,66.
» thermomètre noir dans le vide (moy. du mois) » 6,1, » 5,3.
» état hygrométrique. Le 30 » 80,2, » 80,3.
» ozone. Le 23 » 15,5, » 5,5.
Page 847, déclinaison magnétique. Le 22 » 45,9, » 45,6.
» nébulosité. Le 11 » 0,6, » 0,7.
» du 12 au 30, tous les nombres de la colonne *nébulosité* doivent être remontés d'une ligne. Le 30, néb. 0,5.
Page 848, température du sol à $0^m,10$ de prof. A 7^h m., *au lieu de* 18,33, *lisez* 16,33.
» » » A minuit, » 18,16, » 17,16.
» » $0^m,30$ A 6^h s., » 19,97, » 17,97.
» déclinaison magnétique. A 6^h s., » 31,14, » 32,14.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.
(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.
(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.